北海道農業試驗場報告

第四十七号

麥類雪腐病に關する研究

REPORT No. 47

March, 1955

HOKKAIDO NATIONAL AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION
KOTONI, SAPPORO, JAPAN
Yoshihiko TOCHINAI, *Director*

Studies on the Snow Blight Disease of Winter Cereals

By

Kohei TOMIYAMA

昭和三十年三月
北海道農業試驗場
札幌郡琴似町

本報告には農林技官富山宏平の提出に係る

麦類雪腐病に関する研究成績を登載する。

昭和三十年三月

北海道農業試験場長

農学博士　栃　内　吉　彦

北海道農業試験場報告 第47號

麦類雪腐病に關する研究

農林技官　富　山　宏　平

目　次

第1章 緒　　言

第1節 本研究の目的

北海道ではほぼ5箇月間雪に覆われているので，暖地に較べて圃場の使用価値はおおむね半減していると見なければならない。冬季間に圃場が利用されている割合を昭和 24 年の資料によつて見ると，第1表に示すように，約1割となつている。その他の約9割の面積は積雪期間のみならず，その前後の秋と春を含めて非常に長期間放置されていることになる。したがつて圃場の高度利用を図ることは北方農業にとつて有意義なことであり，秋播麦類の栽培はこの意味で一つの大きな意義をもつ。実際秋播麦類は春播麦類に較べ，長期間圃場で生育を続けるために，収量は春播のそれに較べて約2倍に近く，刈取時期が早いために，続けて他作物を栽培し，あるいは大豆の間作が可能となる。

第1表 北海道における越冬性作物作付面積（昭和 24 年）

作物名	面積
秋播小麦	町 9,774.5
ライ麦	3,965.6
なたね	1,285.1
除虫菊	3,215.5
薄荷	892.9
みぶよもぎ	275,6
禾本科牧草	24,797.0
赤クローバー	38,546.0
果樹	5,000.0未満
総作付面積(牧野を除く)	708,578.5
総作付面積に対する比率	% 11.7

このように北方農業にとつて重要な秋播麦類あるいはその他の越冬作物も，苛烈な冬季の気象によつて大きな損害をこうむることが多い。ときにはそのために秋播麦類作付面積の激減を来たす。その例として第 50 図に示すように秋播小麦の冬損激増に伴なう昭和 18 年以降の作付面積の低下(第5章第2節で詳細に述べる)，あるいは近年の秋播菜種の作付面積の減少があげられる。また大麦の場合のように冬損著しく，始めからほとんどすべて春播栽培が行われているものもある。以上のことから越冬作物の雪害防止は北方農業にとつて一つの大きな問題であることが理解せられる。

本研究の目的とするところは，この越冬作物の雪害研究の第一歩として，麦類雪腐病の実態を把握し，その知識に基いて効果的な防除法を立案し，またでき得れば雪害発生の予察，耐雪性品種の育成，あるいは耐雪性検定法などについて若干の手掛りを得ようとするものである。

北海道農業試験場長栃内吉彦博士には常に御教示と御激励を賜わり，また本報告の御校閲を賜わつた。北海道農業試験場病理昆虫部長田中一郎氏は越冬作物雪害防止を病理研究室における重要研究課題の一つとされ，筆者にこの研究を担当せしめられ，現在に至るまで常に御指導

を賜わり研究上の便宜を計つていただいた。東北大学農学研究所坂本正幸教授には研究の当初より数々の御教示と御激励をいただいた。なお酒井寛一博士，成田武四氏，高橋喜夫博士，その他当試験場病理昆虫部の先輩同僚諸氏には御激励と御便宜をいただいた。また今井三子博士には *Typhula* の分類学的な問題について貴重な御指示をいただき，舘脇操博士には大粒菌核病菌寄主植物の分類学的問題につき御教示を賜わつた。これらの諸先生，諸先輩にこの機会に衷心より感謝申しあげる。更にこの研究の遂行にあたり，元女満別麦類試験地主任星野武技師ならびに福居文男技師には大粒菌核病の圃場試験について御協力をいただき，また北見支場旭川清一技師には小粒菌核病防除試験について御協力をいただいた。また本研究開始以来現在に至るまでに，北沢健治，久保田正義，田中純一，中村藤技，清野玲子，池畑千里，赤井純，鷲尾徹，竹森俊彦の諸氏に絶大な御協力をいただいたことを記して心から感謝の意を表する。

第2節　既往の研究

麦の雪害に伴なう菌核について初めて記載したのは ERIKSSON (1878) であるとされる (今井，1937による)。氏は Stockholm の近傍でこれを発見し，この菌核を *Typhula graminium* KARST. とした。その後北ヨーロッパ各地，北アメリカなどから続々とその発見が報ぜられた。日本では 1907 年伊藤によつて研究せられ，その後卜蔵 (1910)，村田 (1926)，松本 (1928) などがその調査を行い防除法を研究した。しかし本格的にこの病害の研究が行われたのは田杉 (1929, 1930, 1934), REMSBERG & HUNGERSFORD (1933), HUNGERSFORD & REMSBERG (1933), VOLK (1937), REMSBERG (1940 a. b), SPRAGUE & RAINEY (1950) などであつた。1929 年に今井は日本における麦類雪腐病菌核病菌を詳細に調べて *T. graminium* KARST. とは別種であるとして，これに *Typhula Itoana* S. IMAI なる種名を与えた。しかして同氏はヨーロッパの麦類雪腐菌核病菌も *T. graminium* KARST. に該当せず，*Typhula Itoana* S. IMAI とすべきであるとした。この学名はその後世界的に採用されていたが，最近 *Typhula incarnata* LASCH ex FR. とすべきことが明らかにされた。今井 (1929) は同時に麦枯葉上に別種の菌核を発見し，*Typhula ishikariensis* S. IMAI とした。この菌は麦類雪腐病菌としては全く省みられなかつたが，その後筆者 (1948 講演，1951 b) によつて，その麦類雪腐病々原菌としての意義が認められた。

これよりさき 1825 年 FRIES によつて紅色雪腐病が記載された。その後多くの研究がなされたが IHSSEN (1910) は子嚢殻を発見した。また同時に伝染源として重要なのは土壌よりも種子であるとした。HILTNER (1907, 1908, 1911) は種子消毒試験を行い，その後 SCHAFFNIT (1911,

1912, 1919), SCHAFFNIT & VOLK (1926), SCHAFFNIT & MEYER-HERMANN (1930), SCHAFFNIT (1930), MALAN (1949 a, b) は紅色雪腐病につき詳細な研究を行つた。このようにして諸外国における紅色雪腐病の研究は非常に進み古くより種子消毒による防除が行われた。一方わが国では栗林 (1937), 明日山 (1940) が日本の紅色雪腐病も *F. nivale* によることを示した他は，一般的な防除試験は行われたが，充分な研究がなく，そのため種子消毒の防除効果は長い間知られなかつた。栗林 (1937) は種子消毒による防除の可能性を論じたが，実際に圃場における防除試験が行われたのはその後栗林，中川及び筆者らによるものがその最初であつた。

1901 年にソビエート連邦で初めて秋播麦類に *Sclerotinia* の発生が記録され， ELENEV はこれを *Sclerotinia graminearum* ELEN. とした。またスェーデンでは EKSTRAND (1937) が秋播麦類に *Sclerotinia* を発見し，*Sclerotinia borealis* BUB & VLEUGEL であるとした。*S. graminearum* による雪腐病に関する研究は主としてソビエートで行われ KHOKHRYAKOFF (1935), PUKHALSKI (1937), FOKIN (1939), YAKOVLEV (1939), TUPENEVITCH (1939), SOLKINA (1939) などがある。わが国では従来 *Sclerotinia* による麦類雪腐病についての報告はなかつたが田中・福地（筆者旧姓）(1946) によつて初めて北海道で報告せられた。

その他褐色雪腐病については岩山 (1933), 松尾 (1944), 平根 (1951, 1952) などにより研究された。

以上は主として病原菌の面から既往の研究を眺めたのであるが，次に広く「麦の冬損」という面からなされた仕事について述べなければならぬ。古くより耐寒性の問題は，実際農業上の重要な問題としてのみならず，植物生理学の興味ある課題として多くの研究がなされた。その結果，炭水化物の代謝が耐寒性と密接な関係をもつことが明らかにされた。これに関連して麦の含水量，滲透圧，含糖量などが麦類の越冬と関係があることが知られ，わが国でも安田 (1929), 福地・鈴木 (1931), 柿崎 (1936), 仝 (1936), 小林・萩原 (1936), 山本・大泉 (1951), 小西・西川 (1951) などによりこの方面の研究がなされた。

以上の諸研究は主として麦の冬損に関する一つの問題に限つて研究を行つたものであるが，総合的な見地から麦の雪腐病を研究したものとして次の諸研究がある。 TUMANOV et al. (1935) は麦の雪害は雪による通気不良などによるものではなく，雪下の低温と暗黒と多湿という特殊な条件のもとで病菌に侵されて病害が起るものであることを明らかにし，また秋季，小麦植物体内における糖の蓄積が雪下においてその衰弱を防ぎ，病原菌の侵害を免かれるとした。これに続いて松尾 (1944)は 雪下の環境，雪害と病原菌との関係，病原菌の性質，防除対策につい

て広範な研究を行つた。松尾の研究の発表せられた時期に前後して平井等及びここに報告する筆者の研究が始められた。平井らの研究は毎年中間報告として発表せられ (1947, '48, '49, '50 a 及び '50 b), 本報告として現在第7報までが公表せられている。これらの研究で氏等は東北地方における雪腐病病原菌の分布，積雪下の小麦の生理及びそれと関連して *Typhula* に対する抵抗性に関する研究を行つた。

第2章　麥類雪腐病の原因

第1節　麥類冬損の原因

田杉 (1929, 1930), 松尾 (1944) などにより既にわが国における冬損の原因は主として病原菌による腐敗であることが明らかにせられた。このことを更にはつきり確かめるために次の実験を行つた。

實驗 (1)

目　的　無菌状態で小麦を培養し，これに菌を接種したものと，しないものに分けて長期間低温に貯蔵して，全身黄化した後にこれを暖かい室に移し，陽光をあてその回復を検して，衰弱のみで麦が簡単に死ぬかどうかを知ろうとした。

実験法　深さ 16 cm, 口径 4.5 cm, 太い部分の直径 7 cm の瓶中に土を入れ綿栓をして高圧殺菌した。これに秋播小麦「ドーソン1号」及び「赤銹不知1号」を各々種子の表皮をはぎ，ウスプルン300倍液に2時間浸漬した後殺菌水で洗滌し，シャーレ内の寒天上に並べ，発芽し始めたもののうち無菌のものを選び，これを前記の瓶中に5箇ずつ無菌的に植え，綿栓したまま温室に置いて，日中は戸外に出した。瓶中の温度は午前8時，12時，午後4時に測定したところによれば最高 40°C, 最低 24°C であつた。7月3日から13日まで10日間培養し，おおむね2〜3葉に達したので，馬鈴薯葡萄糖寒天上に32日間培養した *T. incarnata* を瓶内の小麦の根ぎわに接種して 2.5°C の冷蔵庫内に入れた。実験の終了した時の温度は約 4°C に達していた。11月2日にこれらを温室に運び，その回復状況を検した。

実験結果　第2表に示した。無接種区は実験終了時にはほとんど全身黄化して稀に淡緑色部のある株を見るに過ぎなかつた。これらの麦もこれを温室に移すと表に示したとおりにほとんどが緑色をとり戻し生長を開始した。また回復しなかつたものは，急に綿栓をとり去つて温

第2表 長期間，低温暗黒下に置いた小麦の陽光下での回復状況

小麦品種	接種の有無	低温暗黒113日後の小麦の生死状況	
		観察による生死鑑別	陽光下回復状況
赤銹不知1号	無接種	a 全株，生	全株回復せず
		b 全株，生	全株回復す
	T. incarnata 接種	a 枯死	左同
		b 枯死	左同
		c 枯死	左同
ドーソン1号	無接種	a 全株，生	3 本回復
		b 全株，生	4 本回復
		c 全株，生	5 本回復
	T. incarnata 接種	a 枯死	全株回復せず
		b 枯死	4 本枯死 1 本回復
		c 枯死	全株回復せず

〔註〕 a，b，c は各々実験の反覆を示す。

室に置いたので水分平衡が破れたためで，枯死したために回復不能であつたのではないように見受けられた。これに反し接種区はほとんどすべてが枯死した。即ち 113 日間を低温暗黒下で過し全身黄化した麦であつてもなお菌の侵害を受けなければ再び回復し，生育を続け得ることを示している。この実験で供試した麦は全く hardening を受けず，また温度も 0°C よりは高く 2.5°C の間を経過しているのでむしろ衰弱が非常に強度であつたと思われる。しかし実際に圃場麦は通常は積雪 100 日以上にわたる場合でも老葉を除いては全く黄化の徴候を示さず，雪下より現われる場合が多い点から見て，若しよく hardening された小麦が 0°C で越冬する場合に衰弱のみで枯死に至るには非常な長期間を要するであろう。もつともこの実験では 2〜3 葉展開したに過ぎない小麦を使用しているので，胚乳の栄養を考慮しなければならぬが，上述の結論に影響を与えるとは考えられない。ただ特別な品種では通常年にも衰弱だけで枯死する場合があるかも知れぬ（松尾 1944）。この実験はまた雪腐病における病原菌の意義を示している。

以上で，単なる生理的衰弱だけで小麦がいわゆる冬損を受けることはきわめて稀であることが推定される。実際に北海道全地域において小麦の雪腐病は第 6 章で明らかにせられるように薬剤撒布によつてきわめて顕著に防除することができる。とくにいわゆる小粒菌核病発生地帯では，薬剤を多量に撒布すればほとんど完全に健全な状態で小麦を越冬せしめることができる。また大粒菌核病或いは紅色腐病も，完璧な薬剤撒布を行えば，ほとんど完全に雪腐を防除することができる。即ち北海道の小麦の冬損は本州の場合と同様に，主として菌による腐敗である

ことがわかる。このことはライ麦の場合にも当てはまる。しかし筆者は北見支場の高畦栽培で全部の小麦が肉眼的に菌の附着を認めないにもかかわらず，すつかり褪色して枯死しているのを観察したことがある。これは雪の少ないこの地方で高畦が特に厳冬季に激しい寒気の影響を受けて，そのため小麦が凍死したためと考えられる。このようなことは高台の風の当る場所などでも認められ，雪が吹き飛ばされて小麦が露出するために，凍害を受ける。また傾斜地で春に融雪水によつて土壌の流亡を起し，小麦の根を洗い，特に秋季の土の凍上によつて根が切断した場合，著しい被害を蒙る。即ち北海道の麦は病原菌による腐敗以外に生理的障害を受ける場合も考えられるが，これらは局地的なむしろ例外と見るべき場合である。ただし大麦は寒さに弱いために甚大な被害を受け易く，北海道では秋播大麦の栽培はきわめて少ない。しかし最近の大麦の耐寒性品種では，小麦の場合と同様に単純な凍害ではなく病原菌による腐敗が認められる。

以上述べたように北海道の麦類，特に小麦，ライ麦の冬損は主として病原菌による雪腐病によるものである。

ここで麦類雪腐病の病因について考えてみる必要がある。麦類の雪腐病の病因は植物の疾病の単因説と複因説の論争に関連してしばしば論議せられた。即ち菌が第1原因だとするもの，雪が第1原因だとするもの，及びその両者が共に原因だとするものがある。例えば田杉（1929, 1930）は *Typhula* の接種実験結果によつて *Typhula* の存在で初めて雪腐病が起るが，積雪が存在しない場合は雪腐病は起らないから，積雪は雪腐病の発生に必要欠くべからざる要件であらねばならぬとして *Typhula* を主因，積雪を誘因とした。逸見（1935）はこれに対し *Typhula* と雪は病原を構成する要因としての価値はほとんど同一で主従本末の区別をしないほうが妥当であるとしている。日野（1949）もまた麦類の雪腐病は雪腐病菌と積雪の共存でのみ生ずるのであつて，絶対的に共存を必要とするとし，病因を単因的に決定するのは困難であるとした。栃内（1948）はこれに対し，積雪は疾病の生起に必要なる諸条件の外観であり，もし仮に積雪下の地表と同じ温度，湿度などの条件におけば，病原菌の存在においては必ずしも積雪下でなくとも，小麦は雪腐病あるいはそれに類似する疾病の症状を呈すべきことが推定に難くない。即ち積雪は雪腐病の原因でなく，その発生に必要なる総合条件の外貌に過ぎないとし，その条件下において小粒菌核病，或いは大粒菌核病がその病原菌の侵害によつて起るとした。即ち次の項でのべるごとく，麦類の雪腐病は病原菌の存在において低温，多湿，暗黒という条件のもとで必ず起り，条件さえ満たされれば必ずしも雪の存在を要せずして雪腐病の症状は発現するので

ある。即ち麦類の雪腐病の2要因のうち，雪は他の条件で置きかえることができるが，病原菌は置きかえることができない。そして各病原菌に対応して紅色雪腐病，小粒菌核病，大粒菌核病，褐色雪腐病が区別されるが，この4種の異なつた雪腐病に必要な条件は共通して低温，暗黒，多湿（大粒菌核病の場合は多湿の代りに凍結）である。即ち雪があるということだけではいかなる雪腐病が起るかを決定し得ない。したがつて病原菌が雪腐病の原因であり，雪は条件の外貌であるというべきである。

第2節　麥類雪腐病における環境條件

積雪下の環境については従来多くの研究がなされた。わが国では松尾（1944）が農作物の雪害に関連して諸文献を綜説し，また詳細な研究を行つた。ここでは同氏の報告を主とし，また北海道での気象要素についての報告を参考として現在までに得られた積雪下の環境条件に関する主な知識を概括する。

本州の積雪地方は根雪期間100日を越すか，越さないかで2地区に分けることができる。この等期間線を雪害線と称する。この雪害線内では雪害は大であり，線外では少ないとされている。この根雪期間は著しく変異大であり，根雪始終には各々50日の変異があるという。しかし北海道では国井（1934）及び筆者（1948）によれば，ほとんどすべての地方が100日を越し，長いところは150日以上に達する。100日以下の地方は僅かに噴火湾沿岸とその他1〜2の地方に過ぎず，しかも本報告で述べるごとく発生する病原菌が積雪量によつて異なるので，必ずしも積雪期間をもつて雪害線を決定することはできない。

積雪は熱の伝導率が低いために，積雪量の多い場合は外気温を遮断し，土はほとんど外気温の影響を受けない。これに反して積雪量の少ない場合には外気温は直接雪下の地温を支配する。松尾（1944）は積雪50 cm を越すと外気温の影響はほとんど認め難く，雪下の地表面温度及び地表下10 cm の温度は約0°C でそれより地中温度はやや高いとした。斎藤（1944）は凍結土層が融解するためには60〜70 cm の積雪量を要するとし，東（1950）は北海道の普通の気象状況では積雪量50 cm であれば雪下の地表面温度は0°C に近いとした。この雪下の地表面温度は，雪下の畦の高低で異なり，高畦は平畦或は溝畦より温度が低い（松尾，1944；富山，1948）。このように積雪は外気温を遮断し，したがつて植物を寒冷から保護する役割をもつことが一般に認められている。北海道では寒気が激しく，かつ積雪量50 cm に達せぬ地方も多く，したがつてかかる土地では土壌凍結が著しい。ことにオホーツク海面地方，太平洋海面地方ではほとんど全積雪

期間にわたつて雪下土壌は凍結し，融雪後も長い間地下に凍結土層を残す。東（1950）によれば土壌凍結が進行している間は地温は氷点下数度にまで下り，積雪が多くなつて凍結が進行しなくなると再び氷点近くまで上昇し，積雪がさらに多くなると凍結土層の底の方から融けてくる。また東（1949）によると積雪が融けて 20 cm 以下になり，融水が地表に達すると凍土は表面からも融解を始める。また積雪が速かに多くなることが土壌凍結緩和の大きな要因であるとした。山田（1951）によれば火山性土は土壌組織が堅密でなく毛細管引力が強く，土壌凍結に際して地中の霜柱の生成及び生長をたすけ，これがために越年作物は損傷し，土壌は板状構造に変化して，作物根の伸長を阻害する。この被害は泥炭土，普通土壌の客土及び心土耕を行うことで軽減せられる。東（1950）は土壌凍結を惹き起す地面温度の低下は地面の夜間輻射によるものであつて，秋季地表面の麦藁被覆によつて凍結深度を約 1/3，凍結水量を 1/2 に減少させることができるとした。

これらの雪下地温の高低はまた積雪下の湿度を支配する。松尾（1944）によれば積雪下空洞内の空気湿度は飽和であり，積雪下の土壌湿度は高畦では低く，平畦では高く，溝畦では最も高い。これらの湿度は当然，外気温或いは雪下地温と密接な関係をもつものである。したがつて地方によつて異なつた状況を示すであろう。

積雪下の環境としては上述の温度，湿度の他に光の透過の問題がきわめて重要である。Rübel（1922）によれば，40～50 cm の積雪層を透す光量は積雪表面の 1/2000～1/6000 であるという。Kalitin は光の透過率は 5 cm の積雪層で 8 %，40 cm で 0.5 %，70 cm でほとんど 0 となるとした。松尾（1944）は堀之内試験地で試験を行い，暗黒の恒温器中で発芽させた白化せる 5 cm くらいの小麦を 5 cm，10 cm，50 cm の雪層下に 80 日置いた結果，5 cm では葉身全部緑化，10 cm では葉身下部のみ僅かに緑化，50 cm 以下では全然葉緑素の形成を認めなかつた。即ち 50 cm の積雪がある時は植物の利用しうる光線は透過しないとした。

積雪の化学成分は松尾（1944）によれば雨水と大差なく，成分としての作物への影響は考えられない。

以上述べた諸種の雪下の要因の他に，小麦の雪害に関係があるかと思われる要因として雪下の通気不良とそれに伴なう小麦自身及び土壌微生物などの呼吸産物の蓄積などが考えられる。しかし Tumanov（1935）は積雪下の空気の中の O_2 含量は大気中におけると変らないこと及び換気筒を設置した積雪下の小麦と普通状態の積雪下の小麦とが同様に被害を蒙つた実験結果から，冬作物の雪害現象は雪下の通気関係によるものではないことを証明した。次に問題になる

のは雪の重圧である。雪の重圧はもちろん，しばしば小麦に損傷を与え，それが病原菌の侵入口となるなど一つの不良要因であると考えられるが，致命的なものとは思われない。ただ後の諸章で示すように麦葉を土壌表面におさえつけるために土壌よりの菌の移行を容易にし，また0°C の土壌表面に接触することにより麦葉が融解環境に置かれることになる。なぜならば積雪の中の温度傾斜により，土壌面より離れた雪中では，しばしば水分はすべて凍結しているから，土壌表面に密着しないで雪中に埋もれていれば麦葉は凍結状態にあることになる。

以上述べたところを要約すれば，雪下の主要な環境要因としては低温，暗黒，多湿等が考えられ，これらの要因のうちの一が欠けても麦類の雪腐病は起らない。ただし *Sclerotinia graminearum* による大粒菌核病の場合はいささか異なり，雪下の土壌凍結の状態で起る。このことについては後述する。

第 3 章　麥類雪腐病病原菌の種類，形態及びその病原性

北海道において発生する麦類雪腐病の病原菌としては，*Typhula* 属菌，*Sclerotinia graminearum* 及び *Fusarium nivale* が主であつて，また時としては *Pythium* の害が認められることもある。以下各菌について，その種類と形態及び病原性を記載する。

第 1 節　麥類雪腐小粒菌核病菌（*Typhula* 属菌）

(1) 圃場における *Typhula* 属菌の発生調査

積雪下における小麦雪腐病に関係する菌の種類を調べるために，琴似町農業試験場圃場及び札幌市内の畑で雪の下から小麦を掘り出し，その体上に認められる各種の病斑を別々に切りとつて，昇汞アルコールで表面殺菌を行つた後，殺菌水で洗滌して，馬鈴薯葡萄糖寒天上に並べ，約0°C に保つて病原菌の分離を行つた。分離菌は各病斑系統別に培養して菌核を形成せしめ，菌核を木框内の土壌面に播いて，秋季菌核から発生した子実体について同定を行つた。後にはこれらの経験に基き，培養基上に生じた菌核の色調形態から種類を判定した場合もあつた。これらの結果を第 3 表及び第 4 表に示した。

この結果を要約すれば，

(1) 1 月より 3 月下旬に至る分離期間のいかなる時期にも常に *Typhula* 属菌が圧倒的に多数分離せられる。

第3表　圃場における雪下小麦病斑からの分離菌

年次	種子消毒状況	分離病斑総数	Typhula 属菌 (%)	Sclerotinia (%)	Fusarium (%)	Pythium* (%)	不明 (%)
1945～'46	温湯浸法	77	98.7	0	0	0	1.3
1946～'47	ウスプルン 1000 倍 1 時間浸漬	258	98.5	0.4	0.8	0.4	0
1947～'48	無消毒	412	96.3	0	0.6	3.2	0

〔註〕 * 顕微鏡下で菌絲に隔膜の認められないものを一応 *Pythium* と見做した。

第4表　圃場における雪下小麦病斑からの *T. incarnata*, *T. ishikariensis* 分離比

年次	圃場	供試病斑総数	*T. incarnata* (%)	*T. ishikariensis* (%)
1945～'46	本場圃場	58	29.3	70.7
1946～'47	同上	87	100.0	0.0
1947～'48	同上	115	36.5	63.5
同上	同　芝生の中の畑	275	78.2	21.8
	札幌市内畑	7	85.7	14.3

(2)　***Typhula*** 属菌以外の糸状菌の発生は無視してもよいほど少ない。

(3)　細菌がしばしば培養基上に現われたが，これは1～4°C の場合であつて，その発育はきわめて緩慢でかつ少量であつた。培養基を厳密に 0°C に保つ時には現われなかつた。

(4)　***Typhula*** 属菌は ***T. incarnata*** と ***T. ishikariensis*** の 2 種に限られる。

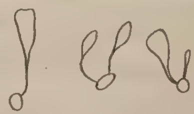
(5)　以上は琴似町及び札幌市内の畑からの試料についての観察結果であるが，第 3 章で述べるように，北海道の多雪地帯に一般に通ずるものと考える。ただし ***Fusarium*** は琴似町圃場ではきわめて少ないが，他の地方では相当多く発生する場合があるので， ***Fusarium*** と ***Typhula*** との出現割合が異なる場合があることと思われる。

要するに，北海道において麦類の雪腐病を起す *Typhula* には *T. incarnata* と *T. ishikariensis* の 2 種が認められるのである。これら両種の *Typhula* の最も大きな特徴は *T. incarnata* では子実体の色が桃色で *T. ishikariensis* では白色である点にある。これら両種の形態の比較を第5表および図版 II の A に示した。これら両菌は一つの病斑からの培養系統（病斑系統）がそれぞれ特異の型を示す。これらの形態の変異は担子胞子の 4 極性によるものらしく，変異の両極端の間にはかなり顕著な差がある。たとえば *T. incarnata* の子実体には大型で襞をもつものがある。この襞型のもの 4 箇につき形態を測定した結果を第 5 表に示した。この襞のある子実体を生ずる病斑系統は極く少数であつた。また *T. ishikariensis* にも棍棒型の子実体を出す系統と，頭部が球形のものとがあり，また第 6 表に示すごとき大型の系統が認められた。しかしこれら

第5表 *T. incarnata* の變型の子実体の形態比較

項目	今井記載 *T. incarnata*		變型の *T. incarnata*		
子実体の club	長さ	太さ		長さ	太さ
	1〜11 mm	0.4〜1.2 mm	a	10 mm	3 mm
			b	13	1.5
			c	10	2
			d	8	3
胞子	6〜13 μ	3〜6 μ		8〜11 μ	4〜6 μ
形					

第6表 *T. ishikariensis* の大型子実体病斑系統の形態比較

項目	最も普通に見られる形態		大型子実体病斑系統の形態	
子実体 (Stipe を含む)	長さ 6〜8 mm	太さ 1〜1.5 mm	長さ 4.5〜11.5 mm	太さ 2〜2.7 mm
胞子	9.86±0.95 μ	3.94±0.42 μ	9.32±1.31 μ	3.99±0.42 μ
形（約2倍）				

の両極端の間の差は著しいが中間型が認められ，*T. incarnata* 及び *T. ishikariensis* 以外の別種とは考えられぬ。

次にこの2種の *Typhula* の病原性について研究を試みた。

(2) *Typhula* 屬菌の病原性

小麦の雪腐病を起す2種の *Typhula* 属菌が同じ病原性を示すか どうかを知るために 次の諸実験を行つた。

實験 (2) 1948〜'49 冬季

目的 小麦，大麦及びライ麦に対する2種の *Typhula* 菌の病原性を比較するために，有傷接種及び無傷接種を行い，発病状況をしらべた。

実験法 鉢に植えた麦葉に *T. incarnata* 及び *T. ishikariensis* を接種した。即ち一つは無傷

の葉面に培養菌の寒天片を接着し，他は葉を中央部で切断してその切断部に同様培養の含菌寒天片を接着した（詳細は第4章第4節第2項参照）。

供試植物は秋播小麦「小麦農林62号」及び「ドーソン1号」，秋播大麦「細稈2号」及び「細麦3号」，ライ麦「ペトクーザ」の5品種を12月22日温室に播種，2月11日0.3〜0.5°Cの暗黒小室に移し，2月25日に接種を行い，その後引続きこの小室内に置いた。

供試菌は切断接種区は *T. incarnata* 馬鈴薯葡萄糖寒天培養基上18日目の培養，*T. ishikariensis* 馬鈴薯葡萄糖寒天18日目の培養。表面接着区は *T. incarnata* と同じ培養基14日目の培養，*T. ishikariensis* も同じ。なお本報告の供試菌の性型は特別の注意のない限り，接合型である。

各試験区2鉢反覆，1鉢2〜3株である。

実験結果　第7表及び第8表に示したように，*T. incarnata* は無傷表面接種では小麦，大麦

第7表　含菌寒天片表面接着による *T. incarnata* と *T. ishikariensis* の病原性比較

麦の種類	品種	葉序	接種数に対する侵害の%			
			T. incarnata		*T. ishikariensis*	
			15日後	36日後	15日後	36日後
秋播小麦	農林62号	I	0	0	50	100
		II	0	0	50	100
		III	0	40	100	100
		IV	0	50	100	100
	ドーソン1号	I	0	0	60	100
		II	0	0	80	100
		III	0	20	80	100
		IV	0	0	100	100
秋播大麦	細稈2号	I	0	40	75	100
		II	0	0	80	100
		III	20	60	100	100
		IV	0	100	—	—
	細麦3号	I	0	0	0	100
		II	0	0	50	100
		III	0	20	33	100
		IV	—	—	—	—
秋播ライ麦	ペトクーザ	I	0	0	—	—
		II	0	0	100	100
		III	0	40	100	100
		IV	0	100	100	100

〔註〕 I，II，III，IVは各々葉序を示しIは若葉，IVは最老葉である。

第8表　含菌寒天片，葉切断部接着による *T. incarnata*, *T. ishikariensis* の病斑長比較

麦の種類	品種	葉序	病斑長 *T. incarnata* 15日後	*T. incarnata* 36日後	*T. ishikariensis* 15日後	*T. ishikariensis* 36日後
秋播小麦	農林62号	I	—	—	2.0	14.0
		II	1.3	10.9	1.8	18.4
		III	1.2	23.3	1.5	23.2
		IV	2.5	30.2	1.8	全葉腐敗
	ドーソン1号	I	2.9	5.6	1.5	12.3
		II	3.2	10.7	1.2	9.1
		III	2.6	11.7	1.6	16.8
		IV	2.9	20.0	2.7	13.1
秋播大麦	細稈2号	I	2.8	7.8	2.9	12.0
		II	2.8	10.9	3.2	13.8
		III	2.3	12.0	3.1	26.1
		IV	2.7	21.2	2.8	17.0
	細麦3号	I	1.2	9.8	2.2	12.7
		II	1.3	8.6	2.0	10.8
		III	0.5	13.2	1.2	18.7
		IV	—	21.3	2.1	28.9
秋播ライ麦	ペトクーザ	I	2.4	6.1	—	—
		II	2.5	6.8	1.9	18.2
		III	2.8	12.8	1.6	17.3
		IV	2.5	20.3	5.6	全葉腐敗

〔註〕 I，II，III，IVは前表と同じ。

及びライ麦のいずれの若葉をも侵すことができなかつた。それに反して *T. ishikariensis* は各麦類の若葉をほとんど 100 %侵した。切断部の傷面に接種した場合は両菌ともに病斑をつくるが，その病斑の進展は *T. incarnata* より *T. ishikariensis* の方が大である。その進展状況を見るに *T. ishikariensis* ではその進展に伴ない褐色小点が分布する。これは表面匍匐菌糸から次々と新感染が起るためであろう。*T. incarnata* ではこのようなことはほとんどない。即ち *T. ishikariensis* の麦類に対する病原性は *T. incarnata* の病原性より大であるといえる。

實　驗　(3)　1949～'50 年冬季

目　　的　前実験の結果が単に供試培養系統の特性に基くものに過ぎないかどうかを確かめるために，新しく分離した培養系統を加えて，*T. incarnata* 及び *T. ishikariensis* の各2種の培養系統をもつて接種試験を行つた。

実験法 「小麦農林62号」の葉に表面接種法（前述）によつて接種した。供試麦は秋，圃場より鉢に移植し後場内の寒冷な廊下に置き，新葉を形成せしめたものを用いた。供試菌は *T. incarnata* (1) は前実験と同系統の馬鈴薯葡萄糖寒天 32 日目の培養で旺盛な発育をしつつあるものを用い，*T. incarnata* (2) は 1948 年 11 月 29 日琴似町産の子実体から分離し，馬鈴薯葡萄糖寒天上 15 日目の培養を用いた。*T. ishikariensis* (1) は前実験と同系統同培養基上 15 日目の培養，*T. ishikariensis* (2) は 1948 年 11 月 29 日琴似町産の子実体から分離し同培養基上 15 日目の培養を用いた。以上はすべて接合型である。

麦は午前中に廊下より 0.3～0.5°C の暗黒低温小室に運び，午後小室内で接種し，その後引き続き同小室内に置いた。

第9表 葉表面無傷接種による *T. incarnata* 及び *T. ishikariensis* の病原性の比較

葉序		*T. incarnata* 系統 (1) 供試葉数	*T. incarnata* 系統 (1) 侵害率 (%)	*T. incarnata* 系統 (2) 供試葉数	*T. incarnata* 系統 (2) 侵害率 (%)	*T. ishikariensis* 系統 (1) 供試葉数	*T. ishikariensis* 系統 (1) 侵害率 (%)	*T. ishikariensis* 系統 (2) 供試葉数	*T. ishikariensis* 系統 (2) 侵害率 (%)
主茎	I	5	0	4	0	1	100	6	100
	II	2	50	2	0	1	100	6	100
	III	1	100	—	—	—	—	1	100
分けつ茎	I	7	0	5	0	3	100	5	100
	II	5	20	—	—	2	100	5	100
	III	—	—	—	—	—	—	1	100

〔註〕 1) 侵害率とは接種数に対する発病数の比率をいう。

2) I，II，IIIは前表と同じ。

実験結果 第9表に見られるように，供試せる 2 系統は全く同様な病原性を示した。即ち *T. incarnata* はほとんど若葉に侵入し得ず，*T. ishikariensis* は 100 %侵入した。供試した 2 系統は厳密な意味での異なつた系統でないから，これらの実験の結果をもつて直ちに全般を論ずることはできないが，しかし一応 *T. incarnata* より *T. ishikariensis* の方が著しく病原性が強いといいうると思う。

實驗 (4) 1949～'50 年冬季

目的 *T. incarnata* の病原性が培養基の種類で異なるかどうかを知るためにこの実験を行つた。

実験法 培養基として次の 2 種類を用いた。殺菌小麦葉培養では「ドーソン1号」をワグネルポットに植えて戸外で育て，後 0°C の小室に置いたものの葉を試験管に入れて高圧殺菌し，この殺菌葉に繁殖せしめた *T. incarnata* を葉ごと小麦葉上に接着した。

寒天培養では馬鈴薯葡萄糖寒天上の *T. incarnata* 13 日目の培養から含菌寒天片をとり小麦葉上に接着した。

被接種麦は 1 月 23 日播種せる「小麦農林 62 号」の 2 葉を生じたものである。

実験結果 第 10 表に結果を示した。高圧殺菌せる小麦葉に培養せる菌も寒天培養菌もほとんど若葉に対する病原性に差を認めなかつた。

第 10 表 殺菌小麦葉培養及び馬鈴薯寒天培養の *T. incarnata* による無傷小麦葉表面接種実験

葉序	殺菌小麦葉培養		馬鈴薯寒天培養	
	接種葉数	発病率(%)	接種葉数	発病率(%)
I	10	30	7	28.6
II	10	20	7	71.4

〔註〕 接種後 24 日目の発病状況。

以上諸実験から *T. ishikariensis* は各麦類に対して *T. incarnata* より病原性強く，かつ *T. incarnata* は無傷の若葉を侵すことがきわめて困難であるのに対して，*T. ishikariensis* は比較的容易に無傷の若葉に侵入することがわかつた。

(3) 同一圃場における *T. incarnata* と *T. ishikariensis* の相互關係

前節において記述したように *T. ishikariensis* は病原性強く，*T. incarnata* は弱い。このことは圃場観察で裏書せられる。即ち後述するごとく被害大なる株は通常 *T. ishikariensis* によるものであり，被害小なるものは *T. incarnata* によるものである。また 1 株のうちでクサビ型に深く腐りこんだ部分は *T. ishikariensis* によるものであり，その周りの腐朽軽度の部分は *T. incarnata* によるものである。*T. incarnata* による被害は主として葉だけの腐敗にとどまることが多く，*T. ishikariensis* による被害は老葉を腐敗せしめたのち，さらに若葉を侵しついに全株を腐敗せしめるに至る。もつとも麦が非常に弱い時には，*T. incarnata* でもついに全株腐敗に至らしめる場合もある。また極端に積雪期間が長い時にも同様に被害が甚大になるだろう。

この *T. incarnata* と *T. ishikariensis* の発生比は年により，また所により著しく異なる。即ち同一圃場の麦が大半 *T. incarnata* に侵され，その間に *T. ishikariensis* に侵された麦が混る場合，或いはその逆の場合もある。この発生比を支配する条件には多くの要因が関与すると思われるが，両菌の相互作用も重要な意義をもつものと思われる。この相互作用は *T. ishikariensis* の子実体が *T. incarnata* の子実体より約半月遅れて発生する事実によつても左右されるであろう。次にこの両菌間の相互作用について行つた実験を述べる。

實驗 (5) 1950〜'51 年冬季

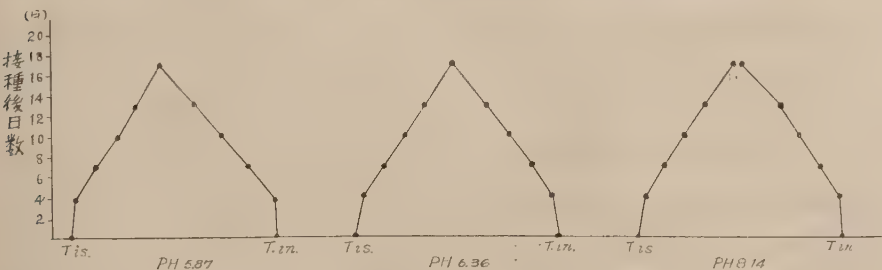
目　的　*T. incarnata* と *T. ishikariensis* が培養基上で拮抗作用を示すか否かを験するために行つた。なお一般に拮抗作用が培養基の水素イオン濃度によつて異なる場合のあることが知られているので，4種の pH で実験を行つた。

実験法　培養基として馬鈴薯葡萄糖寒天を用い次のようにして pH を調節した。

馬鈴薯寒天15ccに対する添加液			pH
N/8	HCl	1.5 c.c	3.36
H_2O		〃	5.87
N/32	NaOH	〃	6.36
N/16	〃	〃	8.14

〔註〕 pH は Quinhydron 電極法によつて測定した。

培養は径 8.8 cm のシャーレの培養基平面上の相互に 5 cm へだたつた 2 点に *T. incarnata* と *T. ishikariensis* を接種し，その 2 点間を結ぶ直線をシャーレ裏面に画き，その線に沿つて各接種点より一定時間ごとにコロニーの拡大を測定した。第 1 図はこれを図示したもので *T. in.*, *T. is.* の記号は各々 *T. incarnata*, *T. ishikariensis* の接種点を示し，横軸の *T. in. T. is.* の記号間の間隔は接種原点間の距離で，曲線は両接種原点よりのコロニーの半径の進展状況を示す。縦軸に接種後の日数をとつた（この詳細は第 4 章第 4 節第 1 項参照）。供試菌は，馬鈴薯葡萄糖寒天 23 日目の培養からとつた。各区 2 シャーレとして第 1 図にはその平均値を示した。



第1図　*T. incarnata* と *T. ishikariensis* の対峙培養における菌糸伸長曲線

実験結果　第 1 図に示した。ただし pH. 3.36 では両菌共に発育しなかつたので図から除外した。図の pH. 8.14 では線が交つていないが，これも 20 日目の観察においては両菌のコロニーは既に接触していた。各 pH を通じて，両菌叢が近接してもほとんど菌の成長の速さは変化せず，ついに両菌叢は接触するが混合しない。25 日目の観察によれば，その両コロニーの接触部にはつきりした褐色の線ができた（第Ⅱ図版 D 参照）。即ち *T. incarnata* 及び *T. ishikariensis*

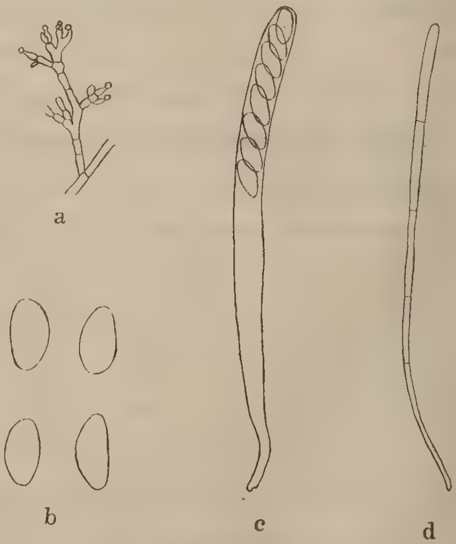
は積極的に相手菌の発育を阻害することはないが，菌叢は混合しない。一般に培養基上の Antagonism の現象がそのまま生態的な現象にも現われるとは限らないから (BROADFOOT, 1933)，この結果によつて，植物上で両菌が混合せず或いは相互に排除し合うことが証明せられたとはいえないが，しかしその可能性はあるものと考えられる。

第 2 節　大粒菌核病菌 (*Sclerotinia graminearum* ELEN.)

北海道の少雪地帯では春季融雪後の麦類葉上に比較的大形の菌核をつくる菌が発生する。本菌に関しては既にその種名を明らかにして報告したが，(田中・福地，1946) ここにその後明らかになつた諸点を加えて再び記載する。

(1)　菌の形態

菌核は黒色鼠糞状で，寄主植物の組織内及び表面に形成される。大きさは自然状態で小麦「赤銹不知 1 号」葉上に生ぜるもの0.09～0.5×0.07～0.3 cm，馬鈴薯寒天培養基上に 7°C において形成されたもの 0.22～0.7×0.18～0.35 cm であつた。培養基上では分生胞子を生じ，分生胞子は球形，無色，内部に光つた小滴を有する。大きさ 1.75～3.75 μ，秋季に生じた菌核は子実体を生ずる。子嚢盤は漏斗状を呈し，成熟すれば扁平となる。短かい基部黒色の柄を有す。子実体の高さは一般に 5 mm 以下が多いが，日陰で密生したものは 15 mm に達する。子嚢盤の上面は直径 6.0 mm 以下，子嚢は頂端円く，円筒形，内部に 8 箇の子嚢胞子を蔵し，先端の小孔はヨードで青変する。大きさ 202～266×11～17 μ，子嚢胞子は 1 室，無色，楕円形，両側不等，大きさ 18～23×8～10 μ，糸状体は無色，頂端に向い漸次太くなり，隔膜を有する(第 2 図及び図版 Ⅱ C 参照)。



第 2 図　大粒菌核病菌の形態
a　分生子梗及び分生胞子
b　子嚢胞子
c　子　嚢
d　糸 状 体

(2)　病原性及び寄主植物

本菌は小麦，大麦及びライ麦に寄生する。小麦に対する接種試験の結果，寄主植物体の腐敗を起させることが明らかになつた（第4章参照）。本菌は，冬損による枯死部に死物寄生的に着生するものではなく，その病原性によつて麦類を腐敗せしめるものである。麦類以外の禾本科植物で確実に本菌の寄主たることが証明されたのはコヌカグサ *Agrostis palustris* だけであるが，その他にも伊藤誠哉は十勝国河西郡大正村で牧草チモシーに，また石山哲爾はスズメノカタビラ *Poa annua* に，田中一郎並びに筆者はナガハグサ *Poa pratensis* に本菌と思われるものの寄生せるを認めたが，まだ接種試験によつて確認せられてはいない。

第3節　紅色雪腐病菌（*Fusarium nivale* (Fr.) Cse.）及び褐色雪腐病菌（*Pythium* spp.）

古くよりヨーロッパでは麦類紅色雪腐病の大部分は *F. nivale* によつておこることが認められていたが，時として *F. nivale* 以外の *Fusarium* が関与する場合もあるというものもあつた。Schaffnit (1912) は紅色雪腐病病原菌の大部分は *F. nivale* であつて，ただ1例だけが *F. culmorum* であつたと報じ，Lindfors (1920) は200試料について調べ，すべてが *F. nivale* であつたと報告した。Schaffnit は *F. culmorum*, *F. herbarum*, *F. didymum*, *F. avenaceum*, *F. lollii* を接種して紅色雪腐病に似た病状を得ることを報じたが，Atanasoff (1923) は *Gibberella sanbinetii*, *Fusarium culmorum*, *F. culmorum* var. *leteius*, *F. avenaceum*, *Helminthosporium sorokinianum* その他の菌を接種したが実際に雪腐病発生の適温即ち氷点附近の温度ではこれらの菌は接種を起すことができなかつたと報じ，また Dahl (1934) も *F. nivale*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. solani*, *Gibberella saubinetti*, 及び病葉から分離したその他の不明菌を0～5°Cで接種したが，*F. nivale* 以外の菌は接種を起さず，これらの菌は *F. nivale* と共存することはあるが，単独には接種を起すことはないと報じている。したがつて現在では紅色雪腐病の病原菌はヨーロッパ，アジアを通じて *F. nivale* 及び *F. nivale* var. *majus* に限られると見るべきであろう。わが国では栗林 (1937) 及び明日山 (1940) によつて紅色雪腐病の病原菌は *F. nivale* に同定された。北海道では本菌は全道に分布し，特にライ麦の被害が大である。

Pythium による雪腐病もしばしば見られるが，きわめて局部的であり，現在のところ大なる被害は認められていない。従来麦類雪腐病をおこす *Pythium* は *P. Iwayamai* S. Ito とされているが，平根 (1951) は *Pythium* の3系統を分離し，各々0°Cで小麦を侵すが，そのうち特に *P. Iwayamai* に該当すると思われるものが最も病原性大であると報告した。

第 4 章　麥類雪腐病病原菌の分布

以上述べたごとく麦類雪腐病病原菌には数種あり，それぞれ性質を異にするから，したがつて，これらに対する防除法も異なる。これら各病原菌の分布及び気象に関連する分布の変異等を知ることは，秋播麦類の栽培上きわめて重要である。本章では北海道におけるこれらの麦類雪腐病病原菌の分布を明らかにし，その分布の年変化の様相を追究し，併せてそれらの病原菌の分布に変異を来す理由を，病理学的，生理学的に考察した。

第 1 節　北海道における麥類雪腐病病原菌類の分布とその年變化

北海道において，麦類に雪腐病をおこす病原菌類がどのように分布し，また，年によつてその分布がどのように変化するかを明らかにするために，1942 年より 1950 年にわたつて，次のような方法で分布調査を行つた。即ち，北海道農業試験場担当研究員の現地調査の他に，北海道立農業試験場各支場，試験地，各市町村の農業技術員に依頼して，各地の病原菌発生状況を調べた。

この調査の結果，雪腐病病原菌の分布に関して北海道を 2 地帯に分つべきであることが判明した。即ち *Typhula* 発生地帯と *Sclerotinia* 発生地帯とである。第 11 表に両地帯別の観察地名をあげた。第 3 図によつて明らかなように *Sclerotinia graminearum* の分布する地区は，太平洋及びオホーツク海に面する地帯であり，*Typhula* の分布するのは道南部地帯，日本海面地帯及び内陸地帯である。*Typhula* 分布地帯では調査を行つた 9 年間を通じて，毎年主として *Typhula* が発生し *S. graminearum* は稀に発生を見るに過ぎなかつた。しかるに *S. graminearum* 分布地帯では年によつて *S. graminearum* が少なく，*Typhula* が著しく発生することがあり，*S. graminearum*



第 3 図　北海道の *Typhula* 及び *S. graminearum* 分布地帯
● *Typhula* 分布地　○ *Sclerotinia* 分布地
斜線の部分は *Typhula* 分布地帯

と *Typhula* の発生比は区々であつた。

今，この期間の両菌発生比を示すと第12表のように1944～'47年（昭和19年，20年，21年，22年）の4箇年は *S. graminearum* の発生著しく，*Typhula* の発生は全く認められないか，あるいは僅少に過ぎなかつた。しかるに1943，1948～'49年（昭和18年，23年，24年）の3箇年は *S. graminearum* の発生きわめて少なく，1950年（昭和25年）には大となつたが，この間 *Typhula* は毎年相当に発生した。このような *S. graminearum* 分布地帯における該菌発生の年変異に関連して *Fusarium nivale* 発生の消長が認められ，*F. nivale* は一般に *S. graminearum* が少ないような年に全道的に多い傾向が認められた（第12表参照）。

以上のように多くの観察により，北海道において *Typhula* の多発する地帯と *S. graminearum* の多発する地帯とが存在することは明らかであり，両菌の分布はおおむね判然と異なるが，しかし，条件によつては同一地帯においても，これらの発生状況が必ずしも一定しない場合がある。

第11表 *S. graminearnm* 分布地帯及び *Typhula* 分布地帯の観察地名

Typhula 分布地帯		*S. graminearum* 分布地帯		*Typhula* 分布地帯		*S. graminearum* 分布地帯	
亀田郡	大野村	網走郡	網走市	空知郡	富良野町	河西郡	芽室町
檜山郡	厚沢部村	同	女満別町		芦別市	勇払郡	安平村
瀬棚郡	瀬棚町	同	美幌町		美唄市	千歳郡	千歳町
岩内郡	小沢町	紋別郡	紋別町	空知郡	山部村	稚内市	稚内分場
同	前田村	常呂郡	常呂町	上川郡	風連村		
虻田郡	倶知安町	同	端野村	同	多寄村		
有珠郡	伊達町		北見市	同	上川村		
	札幌市	斜里郡	斜里町	同	永山町		
札幌郡	琴似町	同	小清水村	同	美瑛町		
夕張郡	栗山町	標津郡	根室支場	中川郡	美深町		
同	由仁町	釧路市	釧路分場	天塩郡	天塩町		
空知郡	三笠町	帯広市	十勝支場				

〔註〕(1) 芦別町において1943年，傾斜地及び山上の畑に *S. graminearum* が少量発生した。その比率は *Typhula* 9に対し *S. graminearum* 1の割合であつた（大島喜四郎氏）。しかし1946年，1949年の調査ではほとんど *S. graminearum* を認め得なかつた。

(2) 由仁町で山麓に1943年，*S. graminearum* の発生が報ぜられた。*T*:*S* は9:1であつた（大島喜四郎氏）。しかし一般には *Typhula* のみが認められる。

(3) 風連村で1950年に *S. graminearum* の発生が報じられた。しかし一般には *Typhula* 発生地帯と見られる。

(4) 紋別町は網走郡に *S. graminearum* が多量に発生する年でも，*Typhula* のみのことがあり，*S. graminearum*, *Typhula* 分布の中間地帯と見られる。

その著しい例は高畦栽培と平畦栽培の場合に見られる。たとえば1945年4月25日に琴似町農業試験場圃場で観察した結果は，第13表に示したように *Sclerotinia* の発生は高畦において著しく，平畦には稀に見られるに過ぎない。*Typhula* は高畦，平畦を通じて認められたが表には示さなかつた。その他，北見地方で丘陵地の上部には *S. graminearum* のみが見られ，その風陰側の丘の下部に *Typhula* が見られることがある。また同じく北見地方で畑の凹地，例えば馬車の跡等の凹地に *Typhula* が見られることがあある。

第12表 北海道における雪腐病菌分布の年変異

年次	*S. graminearum* (*S.*) と *Typhula* (*T.*) の発生比		*Fusarium* 発生の多少
	Typhula 分布地帯	*S. graminearum* 分布地帯	
1943	*T.*	*S.*=*T.*	多
1944	*T.*	*S.*>*T.*	少
1945	*T.*	*S.*	少
1946	*T.*	*S.*	少
1947	*T.*	*S.*>*T.*	少
1948	*T.*	*S.*≦*T.*	多
1949	*T.*	*S.*<*T.*	多
1950	*T.*	*S.*>*T.*	中

〔註〕 *T.* のみ，あるいは *S.* のみというのは必ずしも，それぞれの対称菌が全く無いというのではなく，それが極めて僅少で採集に困難を感ずる場合をも意味する。

第13表 高畦及び平畦の畦長3mにおける *Sclerotinia* 附着株数
（琴似町農業試験場圃場）

区	ドーソン1号	赤銹不知1号
6寸高畦	35	9
4寸高畦	44	—
2寸高畦	28	—
平畦	0	0
平畦	1	1
平畦	0	1
平畦	3	1
平畦	0	0
平畦	0	0
平畦	0	0

第2節 *S. graminearum* と *Typhula* 属菌の分布を決定する条件

第1節で述べたごとく，*S. graminearum* と *Typhula* 属菌との分布は確然と異なつていて，かつ年によりその分布に変動がある。これらの分布を決定する条件を明らかにすることができれば，いかなる気象の年に，どの菌が何処に発生するかを予知することができる。

第1項 両菌分布地帯の環境因子の比較

(1) 環境因子比較の方針

環境因子の比較を行うためには，菌の発生状況の調査が完了し，かつ気象その他の条件に関する資料の得られる土地を必要とする。したがつて，この比較を行うのに適当な場所は制約せられる。環境因子の比較にあたつては，なるべく菌発生地の調査資料を用いることを原則とした。

これらの比較に用いた土地は必ずしも麦作地帯とは限らず，したがつて，麦作地帯から隔離

されて（山地などにより）地域的に独立しているために，菌の分布が異なつているのではないかという疑も生ずるから，かかる土地を比較に用いるのは不適当とも思われる。しかし，現在まで富良野，芦別，由仁，恵庭，札幌，伊達等の *Typhula* 地帯に年により少しく *S. graminearum* の発生することが知られており，かかる事実は *S. graminearum* は全道的に発生する可能性はあるが，その発生量は自然条件の如何によつて左右されることを示していると考えられる。故に全道的に両菌の分布する地帯の環境因子を比較検討することによつて，両菌分布の決定条件を求めることは可能であると思う。

環境因子のうち気象要素については，そのすべてにつき吟味することは現在不可能であるので，気温，日照時数及び降水量（積雪量，積雪期間を含む）について比較した。この3要素は農業気象を論ずる場合，代表的なものと見なし得ることについて，大後（1945）が詳細に論じている。即ちこれらを比較することによつて，気象要素のどの因子が分布決定に関与するかを知る手掛りを得ることができると考える。病害発生を論ずる場合，湿度や地温等の外囲条件を詳細に分析して考える必要のあることはいうまでもないが，北海道においては，晩秋から冬季にかけてのこれらに関する充分な調査資料を蒐め難いから，上述3要素をもつて代表せしめることとした。また風の問題を無視することはできないが，晩秋の秋播麦類のように植物体が矮小な場合には，微気候的な調査方法によつて測定しなければならない。しかし，このような資料をひろく求めることは至難であるから，この点に関しては調査資料による比較は行わず，ただ考慮に加えるにとどめた。

気象資料は気象台のもの及び北海道農業試験場のものを用いた。農業試験場の資料は昭和15年より昭和21年まで7年間の統計を用いた。気象資料には時に欠測があるが，欠測を無視して統計した場合に，その平均に対する影響が最大なる場合をとつて見ても，欠測なしの平均からのふれは標準偏差のほぼ½を越えることはなかつた。本研究においては，欠測はその都度これを附記して考慮するにとどめた。年による気象要素のふれを現わすためには標準偏差を用いた。

(2) 氣　　温

北海道農業試験場，各支場及び分場において調査した気象資料によつて比較検討を行つた（第14表参照）。最高，最低は最高最低寒暖計により測定したものであり，平均はその両値の平均である。表中地名の後につけた *S* 及び *T* の記号は，おのおのその地帯に普通に分布する菌が *Sclerotinia* か *Typhula* を示す。地名は上より下へ気温の低い土地から高い土地へと順次に配列

し，また，気候要素比較表はすべて大小の順に配列した。表に明らかなように，平均では一定の傾向は認められないが，最低気温について見れば，その低い地帯に *S. graminearum* が分布し，高い地帯に *Typhula* が分布する傾向が認められる。最高，最低気温の較差と両菌分布との間には著しい関係が認められ，較差大なる地帯に *S. graminearum* が分布する。本調査資料中，美深の 1944 年 1，2，3 月，北見の 1946 年 2 月，旱来の 1940 年 1，2，3 月，上川の 1944 年 10 月，帯広の 1943 年，倶知安の 1946 年 1 月はそれぞれ欠測であつた。

第 14 表 両菌発生地の気温比較

秋 季 (9，10，11 月平均)

最高		最低		平均		最高，最低較差	
美瑛 (*T*)	13.3±1.1	釧路 (*S*)	3.1±1.2	美深 (*T*)	8.4±0.9	渡島 (*T*)	9.0
美深 (*T*)	13.4±1.0	旱来 (*S*)	3.2±1.5	美瑛 (*T*)	8.5±1.0	上川 (*T*)	9.1
上川 (*T*)	13.6±1.1	北見 (*S*)	3.2±1.4	上川 (*T*)	9.2±1.0	美瑛 (*T*)	9.5
倶知安 (*T*)	14.2±1.2	美深 (*T*)	3.3±1.0	帯広 (*S*)	9.2±1.0	美深 (*T*)	10.1
根室 (*S*)	14.7±1.1	帯広 (*S*)	3.6±1.2	北見 (*S*)	9.3±1.1	札幌 (*T*)	10.1
北見 (*S*)	15.2±1.1	美瑛 (*T*)	3.8±1.1	根室 (*S*)	9.3±0.8	倶知安 (*T*)	10.1
帯広 (*S*)	15.4±1.1	根室 (*S*)	3.9±1.0	倶知安 (*T*)	9.3±1.3	根室 (*S*)	10.8
札幌 (*T*)	15.8±0.9	倶知安 (*T*)	4.1±1.1	旱来 (*S*)	9.8±1.1	帯広 (*S*)	11.8
旱来 (*S*)	16.1±1.2	上川 (*T*)	4.5±1.1	釧路 (*S*)	9.9±1.0	北見 (*S*)	12.0
渡島 (*T*)	16.5±0.9	札幌 (*T*)	5.7±1.1	札幌 (*T*)	10.7±0.9	旱来 (*S*)	12.9
釧路 (*S*)	16.5±1.3	渡島 (*T*)	7.5±1.6	渡島 (*T*)	11.8±0.9	釧路 (*S*)	13.4

冬 季 (12，1，2，3 月平均)

最高		最低		平均		最高，最低較差	
美深 (*T*)	−3.6±1.5	美深 (*T*)	−14.6±2.3	美深 (*T*)	−9.1±1.8	渡島 (*T*)	8.4
美瑛 (*T*)	−3.1±1.2	北見 (*S*)	−14.6±1.9	上川 (*T*)	−8.1±1.5	札幌 (*T*)	8.6
上川 (*T*)	−2.4±1.1	旱来 (*S*)	−14.4±2.9	美瑛 (*T*)	−7.7±1.5	倶知安 (*T*)	8.7
倶知安 (*T*)	−2.0±1.4	帯広 (*S*)	−14.3±2.3	北見 (*S*)	−7.5±1.9	美瑛 (*T*)	9.2
北見 (*S*)	−1.2±1.3	釧路 (*S*)	−14.2±2.5	帯広 (*S*)	−7.3±1.7	美深 (*T*)	11.0
根室 (*S*)	−1.1±1.1	上川 (*T*)	−13.9±2.1	根室 (*S*)	−6.8±1.6	上川 (*T*)	11.5
帯広 (*S*)	−0.5±1.4	根室 (*S*)	−12.7±2.1	旱来 (*S*)	−6.8±1.9	根室 (*S*)	11.6
札幌 (*T*)	−0.2±1.4	美瑛 (*T*)	−12.3±1.9	釧路 (*S*)	−6.6±1.6	北見 (*S*)	13.4
旱来 (*S*)	0.8±1.4	倶知安 (*T*)	−10.7±1.6	倶知安 (*T*)	−6.3±2.1	帯広 (*S*)	13.8
渡島 (*T*)	0.9±1.4	札幌 (*T*)	−8.8±1.5	札幌 (*T*)	−4.5±1.5	旱来 (*S*)	15.2
釧路 (*S*)	1.1±1.1	渡島 (*T*)	−7.5±1.6	渡島 (*T*)	−3.2±1.6	釧路 (*S*)	15.3

(3) 積雪量，積雪期間

八鍬 (1936) の調査した各地の積雪量を 2 月の平均積雪量 55 cm を境界として，それ以上と以

下とに分けると第15表のようになり，両菌の分布と密接な関係が認められる。これらの数字はその地方一帯のいわゆるマクロクリマを現わすものであつて，必ずしも当該麦畑の積雪量を示してはいないことを注意しなければならない。表中稚内，美幌，伊達の積雪量と両菌分布との関係は例外であるが，稚内の *S. graminearum* が観察された畑は，高台地にあつて積雪量は少ない。故に，稚内は必ずしも両菌分布の上からいえば，多雪地帯に入れるべきではないかも知れない。美幌は2月の積雪量は多いが，1月，3月は非常に少なく，55 cm 以下の区域に入るべきであろう。伊達については論議の項で吟味する。概観すれば，積雪量は北海道の気象要素の範囲内では，両菌の分布と密接な関係がある。

第15表　両菌発生地の積雪量比較

2月平均積雪量55 cm以上 地名	1月	2月	3月	2月平均積雪量55 cm以下 地名	1月	2月	3月
倶知安 (*T*)	119.6	160.3	158.4	斜里 (*S*)	36.1	52.3	36.7
美深 (*T*)	98.8	114.6	116.9	北見市 (*S*)	35.9	50.4	47.8
稚内 (*S* & *T*)	81.1	103.1	99.0	早来 (*S*)*	31.5	41.1	44.4
紋別 (*T* & *S*)	55.6	88.0	67.7	女満別 (*S*)**	19.6	37.0	47.7
琴似 (*T*)	57.6	81.4	72.1	網走 (*S*)	27.8	39.9	33.9
旭川 (*T*)	57.6	70.3	66.3	帯広 (*S*)	26.3	33.4	33.3
芦別 (*T*)	54.6	63.1	48.2	伊達 (*T* & *S*)	14.4	19.1	10.1
美瑛 (*T*)*	51.2	62.3	62.0	根室 (*S*)	9.7	15.5	13.0
美幌 (*S*)	36.7	61.2	3.5	釧路 (*S*)	10.9	14.4	8.2
大野 (*T*)*	42.6	61.2	47.2				
岩見沢 (*T*)	47.1	59.1	44.5				

〔註〕 * 北海道農業試験場調査昭和17～21年5カ年平均　** 同昭和22～24年3カ年平均。

第16表　両菌発生地の根雪期間比較

大正13～昭和3，5年間平均（国井氏）日数		累年統計（国井氏）日数		北海道農業試験場各支分場 昭19～21，2カ年平均日数	
伊達 (*T* & *S*)	96	釧路 (*S*)	77	早来 (*S*)	111
釧路 (*S*)	97	根室 (*S*)	93	北見 (*S*)	113
札幌 (*T*)	120	札幌 (*T*)	123	帯広 (*S*)	114
芦別 (*T*)	126	帯広 (*S*)	124	紋別 (*T* & *S*)	120
帯広 (*S*)	126	網走 (*S*)	140	釧路 (*S*)	121
稚内 (*T* & *S*)	127	旭川 (*T*)	145	札幌 (*T*)	127
網走 (*S*)	130			渡島 (*T*)	129
旭川 (*T*)	134			根室 (*S*)	131
富良野 (*T*)	135			上川 (*T*)	146
紋別 (*T* & *S*)	149			美瑛 (*T*)	152
美深 (*T*)	156			美深 (*T*)	163

積雪期間については，国井 (1934) の調査したところ及び北海道農業試験場において観測した結果より第 16 表のごとき数字を得た。積雪期間はきわめて偏差の著しいものであるが，表に明らかなように，この因子も両菌の分布と一応関係のあることが認められる。しかし，これは積雪量との関連において解釈すべきものであろう。

(4) 降　雨　量

北海道において秋播麦類の雪腐病と，降雨との関係が問題になる時期は 9，10，11 月であつて，春季融雪後の降雨は，両菌発生の完了したあとであるから，ここでは考慮しない。八鍬・黒田 (1940) が昭和 10 年以前 20 年間の 66 箇所の観測成績を基として行つた調査報告によれば 9 月の降水量は下に示すようなものであつて，両菌分布との間に関係は認められない。

北見地方 (*S*) (100～120 mm) ＜札幌 (*T*)，伊達 (*T*)，旭川地方 (*T*) (120～140 mm) ＜帯広 (*S*)，根室 (*S*) (140～160 mm) ＜釧路 (*S*)，渡島南東部 (*T*) (160 mm 以上)

10 月の気圧配置は夏冬型の交替期であり，11 月になると著しく冬型となり，したがつて，降水量はしだいに積雪量に移行するようになる。そして前述せるように，両菌分布との間に密接な関係をもつに至る。即ち，秋季小麦生育の初期には，降水量と両菌分布との間に一定の関係は認められないが，後期には密接な関係をもつに至る。

(5) 日照時数

北海道農業試験場各支分場のジョルダン日照計による観測結果を見ると（第 17 表参照），11 月には日照時数と両菌分布の間にはある程度の関係が認められるが，11 月の降水量及び積雪量と関連して現われる現象である。日照時数も年による偏差の大なるものであることは表に明らかである。本調査資料中，早来（1940 年 11 月，1941 年 11 月及び 1943 年 10 月），帯広（1943 年），

第 17 表　両菌発生地の日照時数比較

9 月		10 月		11 月	
美深 (*T*)	132.6±22.3	美深 (*T*)	104.3±20.5	美深 (*T*)	48.7±18.5
倶知安 (*T*)	133.0±17.3	美瑛 (*T*)	121.6±18.9	倶知安 (*T*)	72.7±29.1
美瑛 (*T*)	133.3±22.1	早来 (*S*)	128.5±37.4	早来 (*S*)	83.6±13.6
根室 (*S*)	134.8±31.2	根室 (*S*)	129.2±30.1	札幌 (*T*)	111.7±16.3
早来 (*S*)	142.6±25.4	倶知安 (*T*)	132.9±28.7	根室 (*S*)	113.3±25.2
釧路 (*S*)	145.4±46.7	釧路 (*S*)	154.3±23.1	渡島 (*T*)	113.3±21.3
北見 (*S*)	152.6±32.5	渡島 (*T*)	160.7±36.0	北見 (*S*)	128.5±32.1
帯広 (*S*)	166.0±32.6	北見 (*S*)	163.0±45.1	釧路 (*S*)	147.6±22.8
渡島 (*T*)	164.0±31.5	帯広 (*S*)	164.8±41.0	帯広 (*S*)	178.0±21.5
札幌 (*T*)	173.8±33.9	札幌 (*T*)	166.1±23.6	美瑛	観測なし

美深（1943年），倶知安（1945年11月），釧路（1943年11月），札幌（1940年11月）は欠測である。

(6) 土壌凍結及び地温

前項に述べたところにより，積雪量が両菌分布と密接な関係のあることを知つた。北海道のような寒冷地では，積雪量の多少は積雪下の地温に影響し，積雪量の少ない地帯では土壌は冷却されて凍結を来たす。斎藤（1944）は北海道における観測数字をもととして，積雪量と凍結土層の厚さとの関係をあらわす方程式を導き，凍結土層 0 cm（融解）であるためには，積雪量 60～70 cm を要すると結論した。この数字は地帯により変動するものであろう。また，東（1949）は積雪の始まる時期の早晩が土壌凍結期間を支配すると述べた。積雪下土壌凍結期間につき斎藤（1944）の調査したところによれば第18表のようになり，両菌の分布との間に密接な関係が認められる。

松尾（1944）は東北地方での調査により，該地方では積雪量 50 cm 以上のとき地温に対する外気温の影響はほとんど認められず，ほぼ 0°C であると述べている。東（1950）も北海道の調査に

第18表　両菌発生地の土壌凍結期間比較

地名	旭川 (*T*)	札幌 (*T*)	網走 (*S*)	帯広 (*S*)	釧路 (*S*)	根室 (*S*)
凍結期間	0	56	140	146	148	156

第19表　女満別試験地における積雪下地表面温度

年次	項目	1月	2月	3月
1947年（昭和22年）* 午前10時観測	平均温度	−1.38	−0.66	14日以後0°C
	最高温度	−0.3	−1.5	
	最低温度	−6.0	−0.4	
	積雪量	14.4	40.4	41.0
1948年（昭和23年）* 午前10時観測	平均温度	−2.46	−3.59	−0.87
	最高温度	0.0	−0.4	0.0
	最低温度	−5.0	−6.0	−3.0
	積雪量	31.9	35.6	43.4
1949年（昭和24年）**	発掘調査温度	−	−0.1	−0.2
	積雪量	12.6	35.0	58.6

〔註〕 * 女満別試験地の気象測定装置による。

** 東が女満別試験地で発掘調査を行つた数字。

1月は1月13日，2月は2月19日，3月は3月28日の調査。

より積雪量 50 cm 以上に達すれば，雪下地面の温度は 0°C に近いと述べている。即ち 50 cm 以上の積雪量がしばらく続くと，地面温度はほぼ 0°C になると考えられるから，問題は積雪量が少なくて土壌が凍結する場合の地温に帰着する。このような状態の積雪下地温の観測例として，女満別試験地のものをあげる（第 19 表参照）。1947～'48 年は女満別試験地の気象測定装置によるもので，地面にふせた箱内に装備した寒暖計を連日測定するために，強く外気温の影響を受けていると考えられる。1949 年は発掘調査によるものであり，外気温の影響は少ないが暖冬であつたので，通常年よりは高い値であろう。

(7) 土　　湿

Sclerotinia graminearum 発生地帯でも *Typhula* 発生地帯でも，ともに排水不良地及び乾燥地が同一圃場に存在しているが，通常はそれに無関係におのおのその地帯の菌が発生している。ただ *S. graminearum* の発生地帯で，時に低湿地に *Typhula* の発生を見ることがあるが，これは後述するように，低湿地に雪が吹き溜ることで説明すべきである。即ち，これらの観察から，土壌湿度は一般に *S. graminearum* 及び *Typhula* の分布に積極的意義をもつものとは思われない。

(8) 土　　性

両菌の分布地における土性は第 20 表のようであつて，土性と両菌の分布との間に関係は認められない。特に同一地帯における土性の異なる場所に同一菌が見られることも，土性が両菌分布に重大な影響を与えていないことを示すものであろう。高燥なる台地と低地とで発生する菌の種類が年によつて異なることがある。例えば北見地方では通常年に発生するのは概ね *Sclerotinia* であつて，*Typhula* はほとんど見られないのが普通であるが，稀には *Typhula* が少しく発生し，

第 20 表　両菌発生地の土性比較

Typhula 分布地帯		*Sclerotinia* 分布地帯	
札　幌（琴似本場）	第 4 紀新層，埴壌土	北　見（支　場）	第 4 紀新層，壌土
*芦　別	洪積土，埴土，酸度強	女満別（試験地）	火山灰土，壌土
永　山（支　場）	第 4 紀新層，埴壌土	美　幌	火山灰土，壌土
美　深（分　場）	第 4 紀新層，埴土，酸度強	斜　里	火山灰土，砂壌土
*由　仁	火山灰土，砂壌土或は壌土	釧　路（分　場）	第 4 紀新層，低位泥炭土
恵　庭	火山灰土，砂壌土	根　室（支　場）	火山灰土，壌土
*伊　達	火山灰土，壌土	帯　広（支　場）	第 4 紀新層，壌土
大　野（支　場）	第 4 紀新層，埴壌土	早　来（試験地）	火山灰土，砂土

〔註〕 * を印する場所は高台地なることを示す。

かつ低地の方にやや多い傾向が認められる。このことは，高台及び低地における両菌発生のちがいは土性などの差によるものではなく，年による偏差の大きな気象要素に基因することを示していると考えられる。

以上に述べたところにより，両菌の分布する地帯の環境の差異は，次のように要約することができる。

Sclerotinia 分布地帯……晩秋降雨量少なく，日照時数多く，最高最低気温の較差大で，冬季積雪量少なく，積雪下地温低く，土壌凍結期間長き地帯。

Typhula 分布地帯………晩秋降雨量多く，日照時数少なく，最高最低気温の較差小で，冬季積雪量多く，積雪下地温高く，土壌凍結期間短い地帯。

これら両菌の分布地帯の気象的差異を通観すれば，各要素は相互に関連し，一つの要素の変化は必然的に他の要素の変化を伴なう。したがつて，これらの諸要素はいずれも両菌の分布に多少の関連をもつ。しかしながら，これらの要素のそれぞれが，皆両菌分布を決定する条件であるというわけではなく，これらのうちに重要な直接的条件と，第二義的な附随的条件との別があると考えられる。上述の諸資料によれば，両菌の分布を決定する最も有力な条件と思われるのは，最高最低気温の較差と積雪量の差に基く積雪下地温の高低，土壌凍結期間の長短とであつて，他の要素はこれに附随するものと考えることができる。

第2項　同一地帯で分布を異にする場合の環境条件

高畦栽培と平畦栽培とで，両菌の発生に差異のあることは既に述べたが，高畦と平畦とでその環境条件に如何なる差異があるかにつき調査を行つた。

実験圃場　平畦・高畦ともに畦の方向は南北とし，畦幅は 45 cm，平畦は圃場平面そのまま，高畦の畦の高さは圃場地面より約 5 cm，畦間よりの高さ 7〜10 cm とした。

耕種法　「ドーソン1号」を1粒千鳥播とした。

観測法　温度の測定は曲管寒暖計及び棒状寒暖計を用い，地下 10 cm と地表面と高畦の東西両斜面との温度を午前 10 時，午後 2 時の 2 回に 9 月 24 日より 12 月 17 日まで測定した。また，必要に応じ 1 昼夜 1 時間毎の観測を行つた。

観測結果　第 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 図に示すように，両区で土壌凍結期間に著しい差が見られた。特に第 4 図において顕著である。即ち，積雪下において凍結せる高畦区の土壌は平畦区

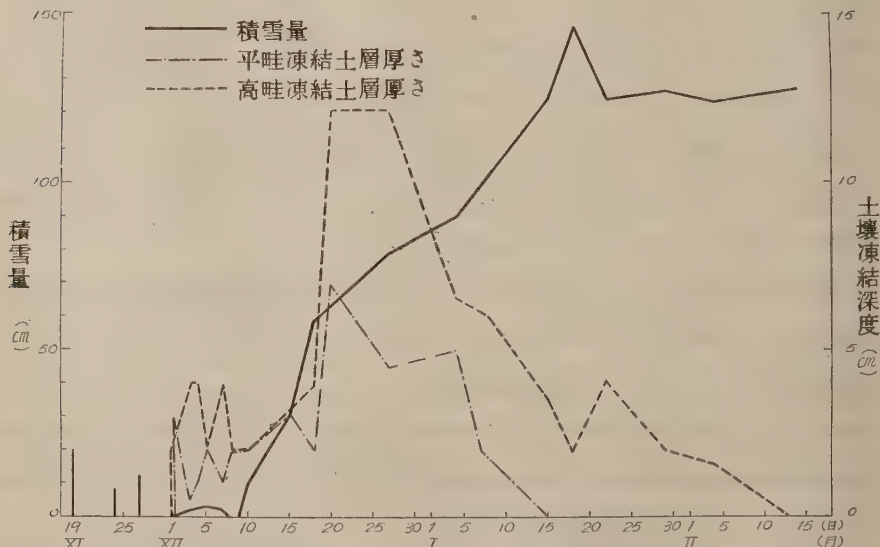
に較べ29日遅く融解した。本調査を行つた1946年は，琴似としては珍しい多雪であつたために，外気温により積雪の下層が冷されることの少なかつたことを考慮すれば，例年は高畦と平畦における差はもつと著しいものであろう。

地温についての観察結果を総括すれば，昼間の地表温度は9月においては高畦の方が概して高く，時期の遅くなるにつれて漸次平畦の方が高くなる傾向がある。1昼夜1時間毎の観測によれば，高畦は平畦に較べて温度の変化が著しい。積雪下では12月17日高畦の温度は -1.5°C で，平畦は 0°C であつた。

土壌湿度は所定の場所の土壌を秤量瓶に入れ，110°C で乾燥，絶対湿度を求めた。土壌の採取を行つた日の前夜，即ち23日夜，24日夜，25日夜及び26日朝に各々降雨があつた。土壌湿度の観測結果は第10図に示した。その結果によれば，秋季においては高畦の方が平畦より降雨後速かに土湿が低下する。松尾(1944)の調査結果によれば，積雪下でも高畦は平畦よりやや湿度が低い。

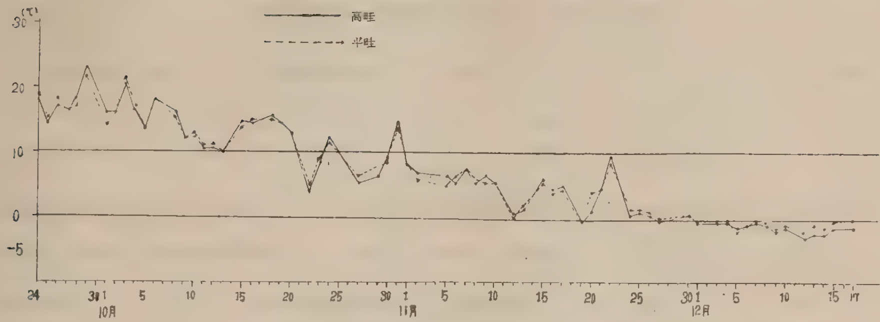
以上の調査に用いた実験圃場の両菌発生頻度を融雪後に調査した結果を第21表に示す。

第21表に示したように，高畦区には少数の *Sclerotinia graminearum* の発生を見たが，平畦

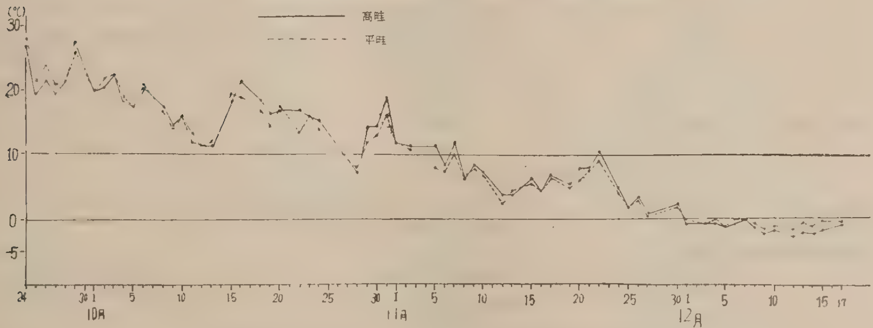


第4図　平畦及び高畦における土壌凍結状況の比較

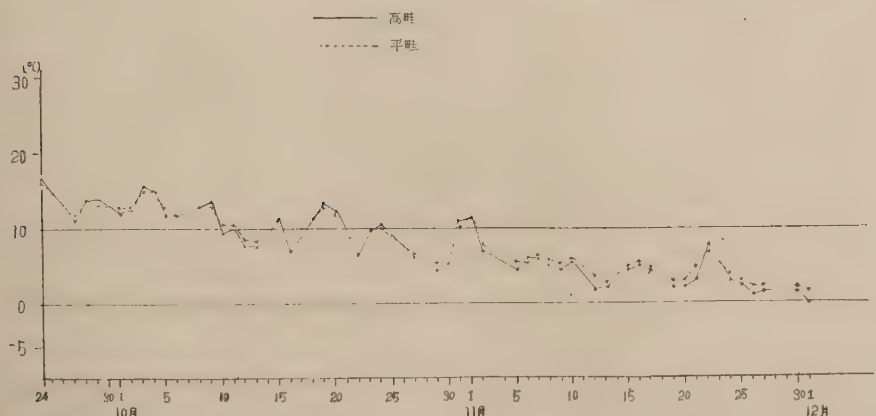
(11月20日，26日に土壌凍結したが厚さは測定できなかつた)



第5図　高畦及び平畦の午前10時地表面温度の比較



第6図　高畦及び平畦の午後2時地表面温度の比較



第7図　高畦及び平畦の午前10時地下10 cm 温度比較

第21表 高畦，平畦環境条件観察圃の両菌発生頻度

試験区	観察総株数	*Typhula* 被害株	*Sclerotinia* 被害株
高畦区	289	287	2
平畦区	288	288	0

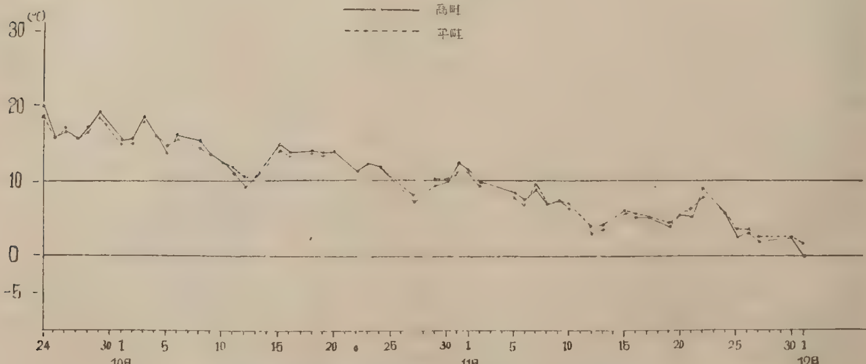
には1例も見られなかつた。この年は異常に多雪であつたが，これが両菌の発生に影響を及ぼしたと考えられる。試みに多雪年と寡雪年とにおける高畦の *Sclerotinia* 発生率を比較すると第22表に示したように，高畦における *Sclerotinia* の発生率と積雪量との間には，一定の関係があることが認められる。

第22表 年次による高畦における *Sclerotinia* 発生率

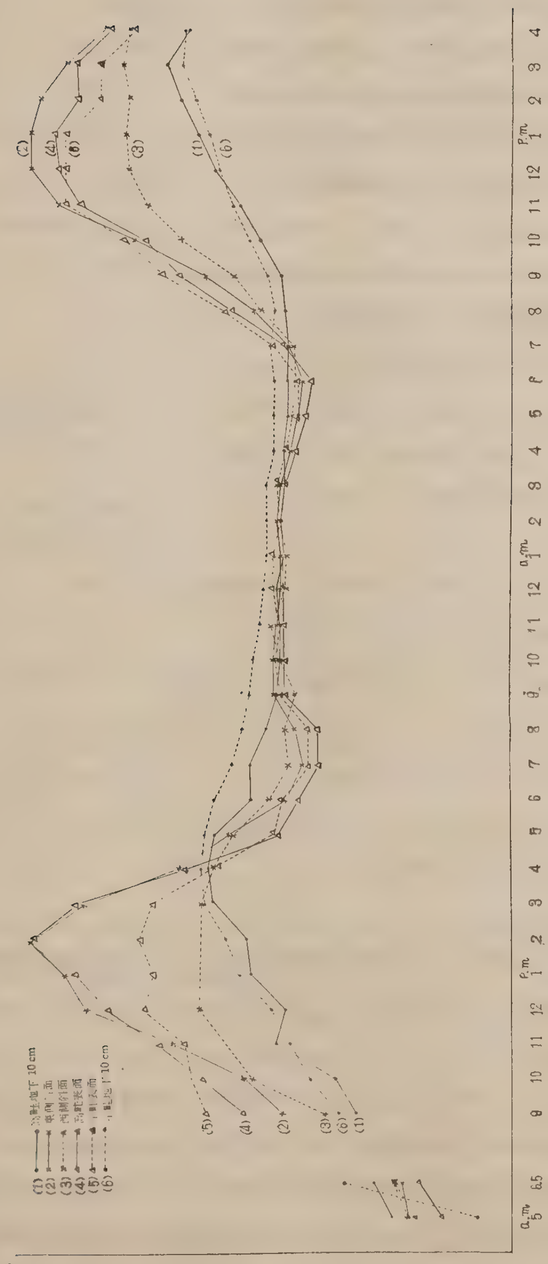
項目		1944～5年	1945～6年	1946～7年
平均積雪量(cm)	1月	62	106	44
	2月	89	112	67
	3月	85	129	45
高畦における *Sclerotinia* 菌核附着株数	ドーソン1号	畦長約3 m（普通条播）に36株	畦長約20 m（1粒千鳥播）289株に2株	―
	赤銹不知1号	畦長約3 m（普通条播）に9株	―	畦長約12 m（1粒千鳥播）175株に21株

〔註〕 1 普通条播の3 mと1粒千鳥播20 mとは株数において著しい差はない。

2 この調査は琴似町，北海道農業試験場の圃場で行つた。

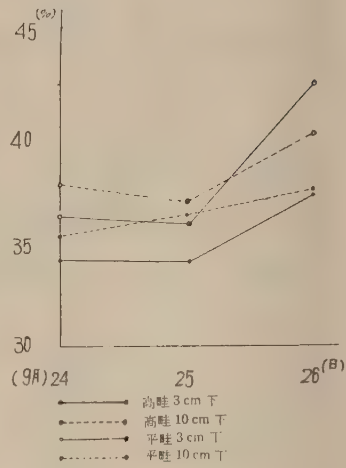


第8図 高畦及び平畦の午後2時地下10 cm温度比較



第9図　高畦及び平畦における地温の日変化（1945年10月23日調査）

以上により高畦と平畦とにおける環境条件の差として，秋季の土湿，地温の最高最低の較差，積雪下の地温，土湿，土壌凍結の期間及び積雪量そのもの等をあげることができる。これらのうち積雪下の土湿は凍結によつて問題とならなくなる。また，積雪量そのものの差は，札幌附近における程度ではほとんど問題とならない。即ち，一般圃場より 5 cm，畦間より 7～10 cm という高さの差は，札幌地区における積雪量の年による偏差に較べて，小さなものであるからである。したがつて，高畦と平畦との差のうち，両菌発生に関係あるものは秋季の土湿，秋季の地温高低の較差及び土壌凍結に直接関係する積雪下の地温の 3 に限定できると思われる。



第 10 図　平畦及び高畦における土壌湿度の比較

北見地方では年により畑の凹凸が *Typhula* の発生に関係する場合があることを前述したが，この現象は高畦，平畦の場合と同様に解釈できよう。

第 3 項　積雪量が両菌発生に及ぼす影響についての実験

以上述べた環境条件の比較により，地温の低下及び土壌の凍結に直接関係して，両菌の分布を決定する最も顕著な条件と考えられる積雪量について，その多少が両菌発生を支配するか否かを実験的に明らかにするために，人工的に積雪量を調節した場合の両菌の発生状況を観察した。実験は 1945～1946 年の冬季間に行つた。

實　驗（6）

実験圃場並びに栽培法　琴似町北海道農業試験場本場に約 6 坪の短冊状の畑を離れた場所に 2 箇所設け，標準耕種法により小麦「ドーソン 1 号」を栽培した。9 月 10 日予め温湯浸法により処理した種子を播種した。

積雪量調節　根雪は 12 月 10 日に始つた。12 月 18 日第 1 回調節を行い，その後積雪あるごとに調節を行い，50 cm 及び 20 cm の雪の深さを保たしめ，標準区は調節せず，そのまま自然に放置した。一般圃場の積雪の深さは 1 月は平均 106 cm，2 月は 112 cm，3 月は 129 cm であつた。融雪期には数度にわたり 50 cm，20 cm 区に雪をのせ 3 区とも同時に融雪するように調節した。2 月 14 日雪を掘り観察した結果によれば，20 cm 区では土壌は約 11 cm の深さに凍結し，

スコップの先がはねかえる程度の硬さであつた。50 cm 区の凍結土層は約 2 cm で，20 cm 区よりもやや軟かであつた。標準区は完全に融解していた。

実験結果　第 23 表に示したように，第 1 実験圃では標準区と調節区との間の差は顕著ではなかつたが，調節区に *S. graminearum* が多い傾向は認められた。第 2 実験圃ではその差がきわめて顕著であつた。即ち標準区では全く *S. graminearum* の菌核を認められなかつたにかかわらず，20 cm 区ではこれを 30 %の株に認めた。

第 23 表　積雪人工調節実験結果

実験圃場別	実験区	総株数	*Typhula* 菌核のみ附着せる		*S. graminearum* 菌核の附着せる	
			株数	%	株数	%
(a) 第 1 実験圃	標準区	110	109	99	1	1
	雪深 50 cm 区	75	75	100	0	0
	雪深 20 cm 区	108	105	97	3	3
(b) 第 2 実験圃	標準区	93	93	100	0	0
	雪深 50 cm 区	81	78	96	3	4
	雪深 20 cm 区	69	48	70	21	30

この第 2 実験圃における *S. graminearum* の発生状況は，きわめて顕著に積雪調節の区画に一致していた。即ち，この実験から積雪量は両菌の発生を支配する有力な因子と考えられる。

第 4 項　論　　議

Typhula 及び *S. graminearum* の発生と最も密接な関係を有すると思われる環境因子は，本試験の結果に基いて次のやうに要約することができる。

(a)　北海道における両菌の分布は，地温の低下及び土壌凍結に関係がある積雪量及び最高最低気温の較差の両因子によつて強く影響される。

(b)　高畦と平畦の環境条件の主要な相違は地温の低下，土壌凍結期間の長短，地温の最高最低の較差及び秋季小麦生育期間の土湿である。

これら (a) と (b) とを通じて共通な因子は，土壌の凍結（即ち地温の低下）及び地温または気温の最高最低の較差である。土湿は両菌分布を決定する重大な要素でないと思われるから，したがつて土壌凍結（地温の低下）と地温または気温の較差とが，両菌の分布を決定するもつとも重要な因子であると考えられる。この気温あるいは地温の較差と積雪量（地温の低下，土壌凍結）との間には密接な関係がある。即ち，降雨あるいは積雪は昼夜の最高最低の較差を小さくするからである。故にこの 2 要素が各別に両菌の分布を支配すると考えるよりも，どちらか一方が主であつて，他はそれに附随すると考えるべきであろう。もしそうだとすれば，積雪

量（地温の低下，土壌凍結の有無）が両菌分布を支配することは，本節第3項の実験によつて明らかであり，積雪は地温を左右し，地温の低下は土壌凍結と関係があるから，そこで積雪下の地温の低下が両菌の分布を支配し，最高最低気温または地温の較差，その他の諸環境因子はそれに附随するものであると結論することができると思う。

この結論に基いて本節第1項(3)における例外，たとえば伊達町では積雪量が少ないにかかわらず，主として *Typhula* が発生するという事実について吟味して見る。上述の結論が正しいとすれば，伊達町では積雪量は少ないが気温が高いために，積雪下地温が割合に高く土壌凍結期間が短く，菌に対しては積雪が多量の場合と同じ影響を与えるのであろうと推測される。

この推定は少なくも気温については実証される（第24表参照）。本調査は北海道気象年報により1918～1921年の4年間の平均をとつて比較した。土壌凍結については資料なく，将来の調査にまつ。

第24表　伊達，札幌，帯広気温比較

	伊達			札幌			帯広		
	午前10時	最高	最低	午前10時	最高	最低	午前10時	最高	最低
1　月	－2.2	5.8	－15.4	－3.6	5.3	－19.3	－7.3	3.9	－29.6
2　月	－1.5	7.0	－14.8	－3.5	5.6	－21.6	－7.7	5.2	－27.0
3　月	1.1	10.4	－12.3	1.3	9.2	－14.0	－1.0	10.5	－24.1

上述の推論において次の注意が必要である。

(a)　北海道に関する限りは，積雪量が両菌の分布を支配すると云つて大体間違いはない。けだし北海道では積雪量が積雪下の地温を限定する要因となつているからである。全日本的に見るならば，恐らく気温が両菌分布の限定要因となるであろう。即ち，本州では積雪量が少なくても気温が高ければ *S. graminearum* は発生しないであろう。また他の因子が決定的な条件となる場合もあるであろう。

(b)　積雪下地温の低下（土壌凍結の有無）以外の条件が，両菌の発生に影響する場合がないとは云えないということについて前述したが，その一つの場合として品種の問題がある。*Typhula* 分布地帯である札幌でも「小麦農林62号」には少数ながら *S. graminearum* の発生を見るが，他の品種たとえば「赤銹不知1号」，「ドーソン1号」，「小麦農林8号」，「赤皮赤」等の秋播小麦品種にあつては，ほとんど全く *S. graminearum* の発生を見ることがない。したがつて，この点から推論すると，もしある地帯では「小麦農林62号」のみをつくり，他の地帯では「赤

銹不知1号」のみをつくれば，両菌分布上の差を生ずるであろう。しかし，その差は著しいものではなく，またそのような品種的にかたよつた栽培は，現在北海道では行われていない。

第3節 *S. graminearum* と *Typhula* の分布の年變異を決定する條件

本章第1節で *S. graminearum* 分布地帯において，年により *Typhula* が大量に発生することがあると述べた。この分布の年変異は，前節で述べた分布決定条件で説明できるかどうかを確かめるために，琴似町北海道農業試験場本場 (*T*)，美瑛分場 (*T*)，北見支場 (*S*)，根室支場 (*S*)，帯広市 (*S*) について，気温と積雪量とを比較した。その結果を第25，26表に示した。平均気温は毎日の最高，最低気温の平均である。帯広市の気象は測候所の調査によるもので，他はすべて試験機関の測定結果である。表に明らかなように，昭和18年には積雪量は通常年に較べて著しい差はないが，気温が各地を通じて高い。昭和23年には積雪量著しく多く，気温も著しく高い。これら両年には，この気象条件の変動に応じて1943，1948，1949年（昭和18，23，24年）に *S. graminearum* の分布地帯に *Typhula* 属菌が大量に発生した。これらの事実から，前項に述べた両菌分布の条件，即ち，積雪下の地温低下の程度及びそれに伴なう土壌の凍結が，両菌分布の年変異の決定条件であると考えるべきである。

第25表 各地平均気温比較 (°C)

地名	年次（昭和）	17年	18年	19年	20年	21年	22年	23年
琴似町農試本場 (*T*)	1月	−7.7	−6.1	−6.6	−9.7	−6.1	−5.1	−2.1
	2月	−7.4	−5.5	−6.7	−7.4	−5.5	−5.9	−5.0
	3月	−0.3	−1.7	−1.7	−1.7	−3.3	−2.1	−0.8
美瑛分場 (*T*)	1月	−12.2	−9.1	−10.6	−12.5	−9.1	−7.9	−5.8
	2月	−11.2	−9.0	−10.7	−10.1	−8.7	−9.8	−7.9
	3月	−2.4	−5.0	−4.6	−4.0	−5.7	−5.4	−3.2
北見支場 (*S*)	1月	−12.7	−9.0	−12.1	−12.8	−11.1	−8.8	−7.4
	2月	−12.2	−9.8	−11.4	−10.7	−10.6	−9.7	−9.4
	3月	−1.8	−3.5	−4.7	−3.8	−5.7	−5.5	−3.6
根室支場 (*S*)	1月	−11.5	−6.8	−9.6	−11.0	−9.4	−6.8	−6.3
	2月	−11.3	−9.3	−10.1	−8.3	−9.2	−8.2	−7.9
	3月	−1.9	−3.4	−3.6	−4.2	−5.4	−4.6	−3.6
帯広市 (*S*)	1月	−12.2	−7.9	−9.8	−12.8	−10.3	−9.5	−7.2
	2月	−11.6	−9.2	−10.0	−8.4	−8.2	−9.7	−9.1
	3月	−0.3	−2.5	−2.4	−2.5	−5.0	−4.0	−2.8

第 26 表　各地平均積雪量比較 (cm)

地名 ＼ 年次(昭和)		17 年	18 年	19 年	20 年	21 年	22 年	23 年
琴似町農試本場 (T)	1 月	48.3	53.3	79.5	61.5	105.9	43.5	72.2
	2 月	59.1	72.6	100.3	88.8	111.9	66.8	106.9
	3 月	32.8	71.2	77.3	84.5	129.1	42.5	92.1
美瑛分場 (T)	1 月	43.8	49.7	48.9	54.4	45.3	58.9	59.4
	2 月	57.1	62.8	58.0	67.4	65.6	63.1	73.7
	3 月	44.7	57.5	—	74.2	83.0	60.2	55.0
北見支場 (S)	1 月	18.7	28.4	7.2	8.0	37.0	12.7	51.6
	2 月	20.1	34.7	17.4	34.6	—	29.7	66.3
	3 月	5.1	32.1	39.6	35.0	40.0	26.3	77.4
根室支場 (S)	1 月	17.4	—	15.4	6.9	30.7	21.5	57.6
	2 月	21.5	25.6	21.8	18.4	45.3	24.3	62.2
	3 月	9.9	26.0	33.5	57.6	53.7	26.1	73.8
帯広市 (S)	1 月	24.4	14.9	12.7	25.4	46.3	35.2	—
	2 月	24.0	20.2	31.0	35.3	46.2	47.5	70.7
	3 月	3.9	4.7	9.6	29.9	54.4	28.6	36.8

第 4 節　*S. graminearum* と *Typhula* 屬菌とが發生條件を異にする理由

以上本章第 2 節に述べたところから，*S. graminearum* 及び *Typhula* の発生を支配する条件は，積雪下地温の低下であることが明らかとなつた。次に問題となるのは，その機作である。本節ではこの問題に関する考察について記述する。

この問題を明らかにするためには，先ず両菌の生活史を知らなければならぬ。第 5 章に述べるごとく，*Typhula* は根雪後土壌から侵入するのが普通であるが，また一部葉上に落ちた胞子が，根雪後の衰弱をまつて侵入する場合もある。これに反して *S. graminearum* は根雪堆積後土壌から接種することはなく，根雪前既に侵入していると考えられる。あるいは少なくも葉に附着している胞子によつて接種がおこると考えられる。したがつて，土壌が凍結すれば *Typhula* 属菌の侵入は抑止されると思われる。それに反して *S. graminearum* は土壌からは来ないから土壌凍結の影響はないと考えられる。しかし，土壌が凍結する条件下においては，葉の組織内の細胞間隙の水分も凍結しているから *S. graminearum* は細胞間隙の凍結した組織内を蔓延しなければならぬ。それは可能であろうか。また土壌の凍結しない地帯で *S. graminearum* が発生しないのは何故だろうか。これらのことを明らかにするために次の諸実験を行つた。

第1項 *S. graminearum* 及び *Typhula* 属菌の生理的性質比較

(1) 両菌の胞子發芽適温の比較

1946 年秋に予備実験を行い，その知識に基いて 1947 年秋に本実験を行つたが，実験開始以来年々電力事情悪化し毎日数回の停電があり，電気的に定温を得ることは不可能となつた。そのため初期の実験をのぞいては，温度の変動を避け得なかつた。このような事情は本菌のごとく胞子発芽に 40 時間以上を要し，培養実験に 20 日以上を要するような場合には，特に甚だしい影響があつた。故に，ここに述べる実験は胞子発芽適温，あるいは菌糸発育適温を決定するためには不満足なものであるが，分布の説明には充分役立つと考える。

實　驗 (7) 1947 年 11 月 22 日～24 日

目　　的 *T. incarnata* 及び *S. graminearum* の小生子及び子嚢胞子の発芽適温を調べようとする。

実 験 法 小形シャーレ内に置いた2本のガラス棒上に硬質スライドを載せ，その上面に一定量の胞子懸濁液を置き，シャーレの底に水を入れて湿度を保たしめた。これを所定の温度に保ち，44 時間後にヨード・ヨードカリ液で固定し，カバーグラスをかけて，その周囲をワセリンで封じて検鏡した。胞子液は戸外にて発芽せしめた菌核を根雪後室内に持つて来て，ガラス鐘をかけて湿度を保たしめた。日中はガラス鐘をはずし陽光に曝した。この子実体をとり水道水中に入れて振盪して，ガーゼで濾して胞子液をつくつた。発芽温度は次のごとくして得た。

冷　蔵　庫……………………………………2.0～2.5°C
地下室箱内……………………………………5.5～6.5°C
電気恒温器第 1……………………………………14.0°C
電気恒温器第 2……………………………………17.0～18.0°C

第27表 *S. graminearum* 及び *T. incarnata* の胞子発芽適温比較 (11 月 22 日～24 日)

菌の種類	項目 ＼ 温度(°C)	2.0～2.5	5.5～6.5	14.0	17～18.0	19.0～20.0	24.0～24.5
S. graminearum	観測総胞子数	616	643	399	622	636	602
	発芽率平均	19.1	54.1	48.6	50.3	47.9	13.6
	発芽管長平均	0.38	1.31	0.92	0.94	0.91	0.25
T. incarnata	観測総胞子数	681	724	421	671	901	769
	発芽率平均	85.9	87.2	89.9	90.0	79.4	35.9
	発芽管長平均	2.08	3.65	4.9	4.72	4.35	0.98

〔註〕 統計的に有意なる発芽管長平均値の差の限界　*S. graminearum*……0.39 (p＝0.05)
T. incarnata ………0.71 (p＝0.05)

電気恒温器第 3……………………………………………19.0～20.0°C

電気恒温器第 4……………………………………………24.0～24.5°C

電気恒温器中には自記寒暖計を入れ，実験中電気の中断なきことを確かめた。なお実験は各温度3反覆とした。

実験結果 前頁の第27表に示すとおりである。

實 驗 (8) 1947年11月25日～27日

目 的 前実験と同じ。

実 験 法 前実験と同じ。ただし温度は次の如くにして保つた。

冷蔵庫内の雪の中にシャーレを埋設した装置……0°C

冷 蔵 庫 内……………………………………………1.5～2.0°C

地 下 室 箱 内……………………………………………5.0～5.5°C

電気恒温器第 1……………………………………………8.5～9.0°C

電気恒温器第 2……………………………………………14～15°C

電気恒温器第 3……………………………………………17～17.5°C

電気恒温器第 4……………………………………………20～20.5°C

0°C の温度を保つた装置は，冷蔵庫内の雪の中に大型シャーレを埋め，その中に小型シャーレを入れてスライドを装置したものであつて，周囲から来る熱を雪で遮断した。

実験結果 第28表に示した。

第28表 *S. graminearum* 及び *T. incarnata* の胞子発芽適温比較

菌の種類	調査項目＼温度(°C)	0	1.5～2.0	5.0～5.5	8.5～9.0	14～15	17～17.5	20～20.5
S. graminearum	観測総胞子数	580	770	719	773	789	776	745
	発芽率平均	33.9	28.3	31.7	64.3	62.1	30.2	35.5
	発芽管長平均	0.82	0.73	0.72	1.46	1.22	0.53	0.71
T. incarnata	観測総胞子数	917	832	813	496	655	652	643
	発芽率平均	16.3	41.9	73.1	83.3	72.6	81.1	83.1
	発芽管長平均	0.29	0.79	1.46	2.69	2.28	2.39	3.07

〔註〕 統計的に有意義な発芽管長の平均値の差 *S. graminearum*……0.51 ($p = 0.05$)

T. incarnata ………0.69 ($p = 0.05$)

實 驗 (9) 1947年12月5日～7日

実 験 法 前実験と同様。ただし温度は次のようにして得た。

冷 蔵 庫 内……………………………………………0.05～1.2°C

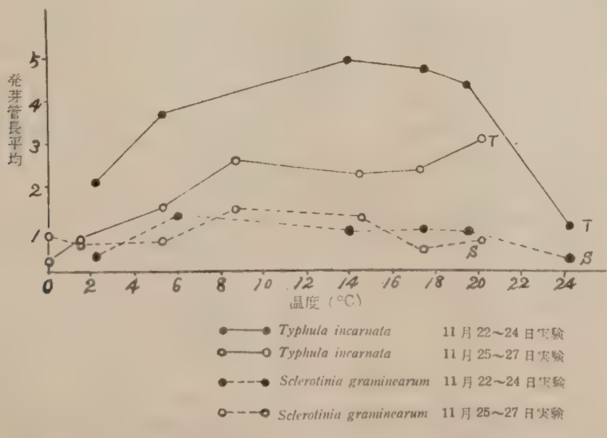
地 下 室 箱 内……………………………………………5～6.5°C

実験結果　第29表に示した。

第29表　*S. graminearum* 及び *T. incarnata* の胞子発芽適温比較

菌の種類	温度(°C)	観測胞子数	発芽率	平均	平均発芽管長	平均
S. graminearum	0.05～1.5	152	50.7	47.6	1.43	1.23
		135	48.9		1.13	
		234	43.2		1.12	
	5～6.5	239	36.4	53.3	0.70	1.31
		188	61.9		1.47	
		151	61.6		1.77	
T. incarnata	0.05～1.5	179	39.7	41.5	0.80	0.82
		150	44.7		0.89	
		192	40.1		0.78	
	5～6.5	144	47.9	50.5	1.01	1.08
		178	46.1		1.01	
		186	57.5		1.23	

実験(7)～(9)を通覧するに，*Typhula incarnata* の適温はほぼ9°Cから20°C位まで，*Sclerotinia graminearum* の適温は6°Cから20°C位までであり，かつ第11図に示されるように発芽管長平均値の温度に関する分布は *S. graminearum* において低温の方に偏り，*T. incarnata* にあつては高温の方に偏つている。



第11図　*S. graminearum* 及び *T. incarnata* の胞子発芽適温比較

(2) 數種の固體培養基上における兩菌の發育比較

實 驗 (10) 1950〜'51 年冬季期間

目 的 *S. graminearum*, *T. incarnata*, *T. ishikariensis* の培養に適当な固体培養基を見出さんとする。

実 験 法 供試培養基の種類並びに製法は次のようである。

小麦稈寒天培養基：乾燥した小麦稈 10 g を 200 cc の水に加えて 2 時間加熱し，その濾液を作る。この煎汁液 200 cc に葡萄糖 3 g，寒天 5 g の割に加えて加熱溶解した。

馬鈴薯葡萄糖寒天培養基：馬鈴薯 200 g に水 1,000 cc を加え 1 時間煮沸，濾液をとり水を加えて 1,000 cc とし，これに寒天 15 g，葡萄糖 20 g を加え加熱溶解した。

燕麦粉寒天：燕麦粉 50 g を水 300 cc に混じ 30 分加熱，糊状となつたものをガーゼで濾し，水 200 cc を加え，全量を 500 cc とし寒天 5 g を加え加熱溶解した。

玉蜀黍寒天培養基：玉蜀黍の破砕したもの 10 g を水 200 cc に入れ 58°C で 1 時間加熱し，ガーゼで濾し寒天 5 g を加えた。

第 30 表 数種培養基上の *S. graminearum*, *T. incarnata*, *T. ishikariensis* 発育状況

培養基種類	培養基の pH	*Typhula incarnata*			*Typhula ishikariensis*			*Sclerotinia graminearum*		
		コロニー直径 (cm)	平均	23 日目のコロニーの状態	コロニー直径 (cm)	平均	23 日目のコロニーの状態	コロニー直径 (cm)	平均	23 日目のコロニーの状態
馬鈴薯葡萄糖寒天	5.3	5.0 4.9 5.2 5.1	5.1	コロニー白色，密，気中菌糸あり，菌核なし	5.7 5.3 5.7 5.2	5.5	コロニー白色，密，気中菌糸なし，菌核あり	1.7 2.8 4.2 3.0	2.9	コロニー白色，密，気中菌糸あり，周辺不規則，菌核，菌移植部に形成しつつあり
小麦稈煎汁寒天	6.3	4.0 4.2 4.4 4.6	4.3	コロニー白色，粗，気中菌糸なし，菌核なし	4.3 4.6 4.8 4.8	4.6	コロニー白色，やや粗，気中菌糸なし，菌核あり	1.4 2.1 1.9 1.3	1.7	コロニー白色，密，周辺不規則，気中菌糸あり，菌核なし
大根葉煎汁寒天	5.7	4.3 3.7 3.8 3.8	3.9	コロニー白色，やや粗，気中菌糸あり，菌核なし	5.0 4.9 4.5 5.1	4.9	コロニー白色，密，気中菌糸なし，菌核あり	2.9 2.3 1.5 2.9	2.4	コロニー白色，密，周辺不規則，気中菌糸あり，菌核中心部に形成しつつあり
燕麦粉寒天	5.7	4.5 4.4 4.3 4.5	4.4	コロニー内部 Pinkish buff，外部 Pale cinnamon pink，やや粗，気中菌糸あり，菌核なし	4.3 4.2 4.0 4.6	4.3	コロニー Cream buff，やや粗，気中菌糸なし，菌核あり	1.5 1.8 1.9 1.8	1.8	コロニー白色，やや粗，周辺規則的，気中菌糸あり，菌核なし
玉蜀黍寒天	6.0	5.2 5.2 5.4 5.4	5.3	コロニー白色，粗，気中菌糸なし，菌核なし	4.6 4.4 4.5 4.0	4.4	コロニー白色，やや粗，気中菌糸なし，菌核あり	1.9 2.5 1.8 2.0	2.1	コロニー白色，粗，周辺不規則，気中菌糸あり，菌核なし
醬油寒天	5.3	3.4 3.6 3.0 3.3	3.3	コロニー白色，密，気中菌糸あり，菌核なし	4.0 4.2 4.2 4.2	4.2	コロニー白色，密，気中菌糸なし，菌核あり	6.3 6.1 5.6	6.0	コロニー白色，密，周辺規則的，気中菌糸あり，菌核なし

醤油寒天培養基：たまねぎ 200 g を細切して 200 cc の水に入れ 30 分加熱，煎汁液を作る。煎汁 20 cc，醤油 10 cc，葡萄糖 10 g，水 170 cc，寒天 5 g を混じ加熱溶解した。

大根葉煎汁寒天培養基：大根葉 40 g に対し水 200 cc を加え，2 時間加熱，その濾液 200 cc に葡萄糖 3 g，寒天 5 g を加え加熱した。

以上の培養基のうち馬鈴薯葡萄糖寒天は高圧殺菌を行い，その他の培養基は 3 日間，間歇殺菌を行つた。培養基の pH はキンヒドロン電極法で測定した。

上記の培養基をそれぞれシャーレに入れ，中央部に *T. incarnata*, *T. ishikariensis*, *S. graminearum* を接種した後，一定期間毎に直径を測定した。供試菌は各々馬鈴薯葡萄糖寒天扁平培養 21 日目のものを用い，直径 3 mm の型で切りぬいて移植した。

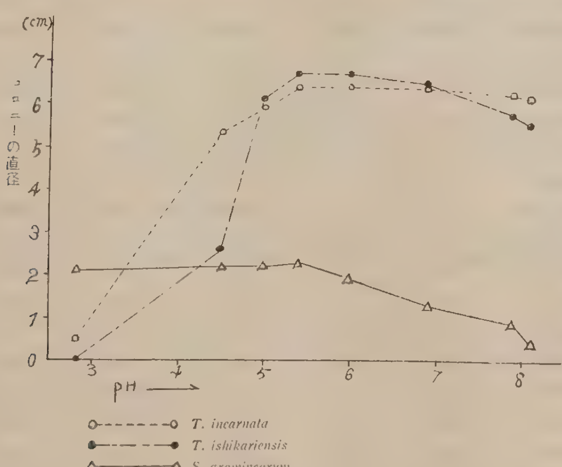
これらの平面培養は約 0.3～0.5°C に保つた。

実験結果　各菌のコロニーの進展状況は，各培養基ともほぼ直線的であつたから，一定期間のコロニー直径の比較で培養基の適否を比較し得る。第 30 表に 23 日目のコロニー直径及びコロニーの状況を示した。この試験結果から *Typhula* 属菌には馬鈴薯葡萄糖寒天培養基が好適であり，*S. graminearum* には醤油寒天培養基が好適であると思われる。

(3) 水素イオン濃度を異にする培養基上における *S. graminearum* 及び *Typhula* 屬菌の發育

實　驗 (11)　1950～'51 年冬季間

目　　的　*S. graminearum*, *T. incarnata*, *T. ishikariensis* の培養基上の発育と培養基の pH



第 12 図　培養基の pH と *T. incarnata*, *T. ishikariensis* 及び *S. graminearum* の発育の関係

の関係を知るために，馬鈴薯培養基の pH をかえて培養実験を行つた。

実験法 常法に従つて製した馬鈴薯葡萄糖寒天を 300 cc 宛 8 箇のコルベンに分け，各コルベンに下記のごとく各々 HCl, NaOH の規定液を加え良く混合した後，殺菌綿栓試験管に各 15 cc 分配し，殺菌後扁平培養基とした。

pH は同様に処理して，寒天を加えない培養液についてキンヒドロン電極法で測定した。

第 31 表 培養基の pH 調節のための NaOH, HCl の添加量

Hlc, NaOH の濃度		培養基 300 cc に対する添加量 (cc)	pH
HCl	N/8	30	2.8
HCl	N/32	30	4.5
HCl	N/64	30	5.0
HCl	N/128	30	5.4
NaOH	N/128	30	6.0
NaOH	N/32	30	6.9
NaOH	N/16	22.5	7.9
NaOH	N/16	30	8.1

接種に使用した菌は，馬鈴薯葡萄糖寒天平面 19 日目の培養の発育同程度の個所を選び，直径

第 32 表 pH を異にした培養基上の *S. graminearum* 及び *Typhula* 属菌発育比較

培養基の pH	菌の種類＼成育日数	発育量（コロニーの直径 cm） 7 日目	11 日目	15 日目	19 日目	23 日目	28 日目
2.8	*T. incarnata*	0	0	0.1	0.2	0.4	0.5
	T. ishikariensis	0	0	0	0	0	0
	S. graminearum	0	0.4	0.7	1.2	1.7	2.1
4.5	*T. incarnata*	0.1	0.7	1.7	2.8	3.9	5.3
	T. ishikariensis	0	0.2	0.5	0.9	1.6	2.6
	S. graminearum	0.1	0.5	0.9	1.4	1.8	2.2
5.0	*T. incarnata*	0.2	1.2	2.4	3.4	4.7	5.9
	T. ishikariensis	0.6	1.2	2.2	3.3	4.6	6.1
	S. graminearum	0.1	0.5	0.9	1.3	1.6	2.2
5.4	*T. incarnata*	0.8	1.7	2.8	3.8	5.1	6.4
	T. ishikariensis	0.8	1.6	2.6	3.7	5.2	6.7
	S. graminearum	0.2	0.6	1.0	1.5	1.9	2.3
6.0	*T. incarnata*	0.8	1.5	2.7	4.1	5.2	6.4
	T. ishikariensis	1.0	1.8	2.9	4.1	5.1	6.7
	S. graminearum	0.1	0.4	0.7	1.1	1.3	1.9
6.9	*T. incarnata*	0.7	1.5	2.7	3.8	5.0	6.4
	T. ishikariensis	0.9	2.1	3.3	4.4	4.9	6.5
	S. graminearum	0	0.1	0.4	0.6	0.8	1.3
7.9	*T. incarnata*	0.6	1.6	2.6	3.7	5.0	6.3
	T. ishikariensis	1.2	2.4	3.5	4.3	5.2	5.8
	S. graminearum	0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.9
8.1	*T. incarnata*	0.8	1.6	2.6	3.6	4.9	6.2
	T. ishikariensis	1.1	2.3	3.1	3.6	4.5	5.6
	S. graminearum	0	0	0	0.2	0.3	0.4

3 mm の金属製円筒で切り抜き，各供試平面培養基の中央に置いた。一定時間毎に直径を測定し，初めの 3 mm を減じた値を成長量とした。各区 3 シャーレ宛とした。温度は 0.3～0.5°C に保つた。

第33表 pH を異にした培養基上で *S. graminearum*, *T. incarnata*, *T. ishikariensis* が菌核形成に要した日数（ただし 28 日間以内の観察）

培養基 pH	*T. incarnata*	*T. ishikariensis*	*S. graminearum*
2.8	—	—	28 日目
4.5	—	28 日目	28 日目
5.0	—	23 日目	28 日目
5.4	—	19 日目	28 日目
6.0	—	19 日目	28 日目
6.9	—	19 日目	28 日目
7.9	—	19 日目	28 日目
8.1	—	19 日目	—

〔註〕 —は 28 日以内に菌核ができなかつたものを示す。

実験結果 第 32 表，第 33 表及び第 12 図に示した。この結果から *S. graminearum* と *Typhula* 属菌とはその pH に対する関係が著しく異なることを認める。即ち *Typhula* 属菌は pH 5 以下で著しく発育が抑制されるが，*S. graminearum* は，著しい影響を受けずかえつて pH 6 以上で発育低下する。*T. incarnata* と *T. ishikariensis* では後者は前者に比し，その発育に適する pH の範囲がせまいことが認められる。*S. graminearum* と *Typhula* 属菌の pH に対する関係は，本節第 1 項 (7) の pH を異にする土壌表面での発育の場合にも同様の傾向が見られた。

(4) 兩菌の發育適溫

菌糸の発育を比較する方法として，液体培養によつて定量的に発育した菌糸の乾重を秤量する場合と，寒天扁平培養によつて直径を比較する場合とがあるが，両方法の間には各一得一失があり，菌糸の発育を定量的に測定し得る点では前者が優れていると思われるが，本実験においては氷点下の発育も試験するので液体培養の凍結を恐れ，寒天扁平培養基を用いた。

實 驗 (12) 1945 年 3 月 13 日実験開始

目 的 扁平培養基上の *Typhula incarnata* と *Sclerotinia graminearum* の発育と温度の関係を調べた。

実 験 法 寒天平面培養基上に菌を植え，そのコロニーの直径を測定して発育量を求めた。使用培養基は次のような組成を有する。

馬鈴薯寒天培養基

馬 鈴 薯	200 g
ビ ー ト	100 g
寒 天	15 g

水　　1,000 cc

ペプトン寒天培養基

ペ　プ　ト　ン	10.0 g
硝酸アンモニウム	1.0 g
硫酸マグネシウム	0.25 g
燐酸加里（KH_2PO_4）	0.50 g
馬　鈴　薯	50.0 g
水	1,000 cc

これらの培養基は通常のものと異なるが，戦争末期の資材不足のため止むを得ず用いたものである。これらの培養基を 15 cc ずつシャーレに注入した。

供試菌は *T. incarnata* は単胞子分離を行つたもので，したがつて単性菌である。32 日目の培養を用いた。*S. graminearum* は北見産菌核を表面殺菌して分離したもので，42 日目の培養を

第 34 表　*S. graminearum* 及び *T. incarnata* 発育温度比較

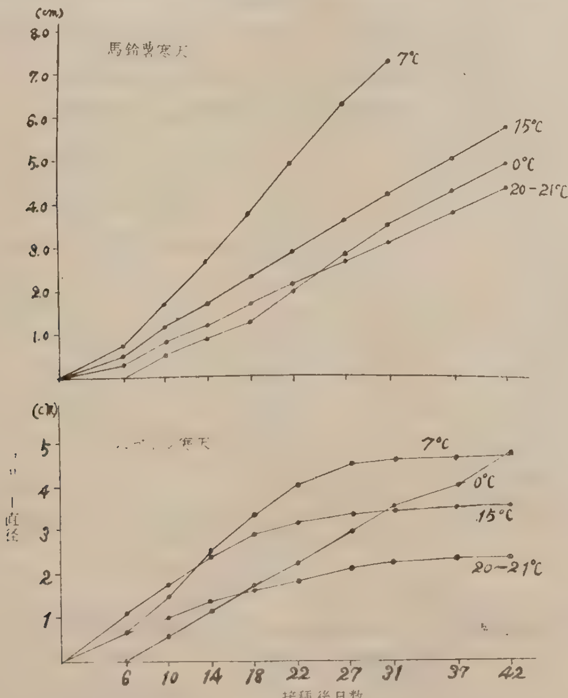
菌の種類	培養基	温度 (°C)	6日目	10日目	14日目	18日目	22日目	27日目	31日目	37日目	42日目	記載
S. graminearum	馬鈴薯培養基	0	—	—	—	—	—	微	微	0.77	1.4	コロニー疎，白色
		7	—	—	0.57	1.35	2.05	2.6	2.96	3.48	3.94	表面菌糸白く，上に黒色の大形菌核多数あり
		15	—	0.58	0.92	1.45	1.92	2.4	2.94	3.55	3.89	菌核の表面白粉状を呈す
		20～21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	ペプトン培養基	0	—	—	—	—	微	0.71	1.17	1.66	2.04	コロニー疎，白色
		7	—	—	0.78	1.47	2.12	2.58	3.00	3.59	3.80	コロニー褐色を帯び，黒色菌核を生ず，馬鈴薯寒天 7°C のものに較べ小型にして表面粗なり
		15	—	—	—	—	—	—	微	0.94	×	
		20～21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
T. incarnata	馬鈴薯培養基	0	—	0.47	0.84	1.21	1.93	2.77	3.44	4.19	4.78	コロニー疎，白色気中菌糸僅かに生じ白色
		7	0.7	1.65	2.62	3.75	4.85	6.21	7.19	×	×	コロニー白く，厚く発育良好，菌核なし
		15	0.49	1.13	1.65	2.27	2.82	3.51	4.15	4.92	5.67	菌核中央に集り盛り上る。コロニーの表面光沢あり気中菌糸を見ず淡黄色
		20～21	0.3	0.79	1.18	1.67	2.09	2.69	3.00	3.71	4.21	コロニー橙黄色，菌核を生ず
		27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	ペプトン培養基	0	—	0.60	1.13	1.73	2.29	3.00	3.58	4.04	4.77	疎，白色気中菌糸僅かに生じ，白色
		7	0.65	1.50	2.52	3.37	4.05	4.51	4.64	4.68	4.75	コロニー褐色を帯ぶ，発育悪く菌核なし
		15	1.10	1.75	2.41	2.95	3.19	3.35	3.48	3.55	3.55	コロニー褐色ないし橙黄色，表面光沢あり，菌核を生ず
		20～21	0.64	1.01	1.35	1.67	1.86	2.18	2.29	2.34	2.34	コロニー褐色ないし橙黄色，光沢あり
		27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

用いた。

0°C 区は氷で冷却せる冷蔵庫内に雪をつめ，その雪の中に小箱を入れ，外部からの熱を遮断した装置によつた。7°C，15°C，20°～21°C，27°C の各区は各々電気恒温器を用いた。

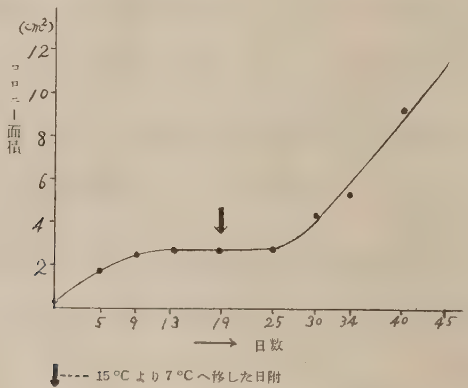
1 実験区に 3 箇のシャーレを用いた。

実験結果　実験結果を第 34 表に示した。本実験に使用した菌は培養後相当日数が経過していたために，一般に発育開始が遅く，これがその結果に影響しているようである。全体を通覧するに *S. graminearum* は 20°C 以上では発育せず，*T. incarnata* は 20～21°C では発育するが 27°C では全く発育しない。両菌ともに 0°C では良く発育する。両菌ともに 7°C における発育は良好であつたが 15°C ではコロニーの直径は小さく，質は緻密となる傾向がある。両菌ともに特にペプトン培養基上及びビートを加えた馬鈴薯寒天上では，時間の経過と共に発育が抑制されるように認められた（第 13 図参照）。この傾向は特に高温において著しく，0°C 区ではシャーレの直径の範囲内の菌叢生育中には，生育抑制の傾向は見られなかつた。このように菌叢発

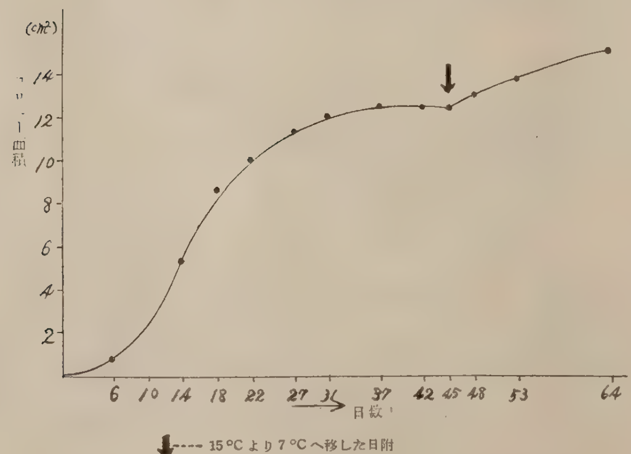


第 13 図　馬鈴薯寒天及びペプトン寒天上の *T. incarnata* の発育と温度の関係

達の途中に生育低下が起るので，1回だけの菌叢直径の測定で適温を結論することは妥当と思われず，発育曲線を比較して考察しなければならないと考えられる。この生育抑制によつて発育停止したコロニーを低温に移すと発育が再開した。第 14 図，第 15 図は 15°C で発育停止したものを 7°C に移したのち発育再開した状況を示す。



第 14 図　馬鈴薯寒天培養基上における *T. incarnata* の発育停止と，その低温移転による発育再開



第 15 図　ペプトン培養基上における *T. incarnata* の発育停止とその低温移転による発育再開

實　驗　(13)　1948 年 2 月 8 日開始

目　　的　前実験と同じ。

実験法 供試培養基は通常の馬鈴薯寒天培養基の2.5倍の濃度のものを用いた。

馬鈴薯	500 g
粗製葡萄糖	50 g
寒天	37.5 g
水	1,000 cc

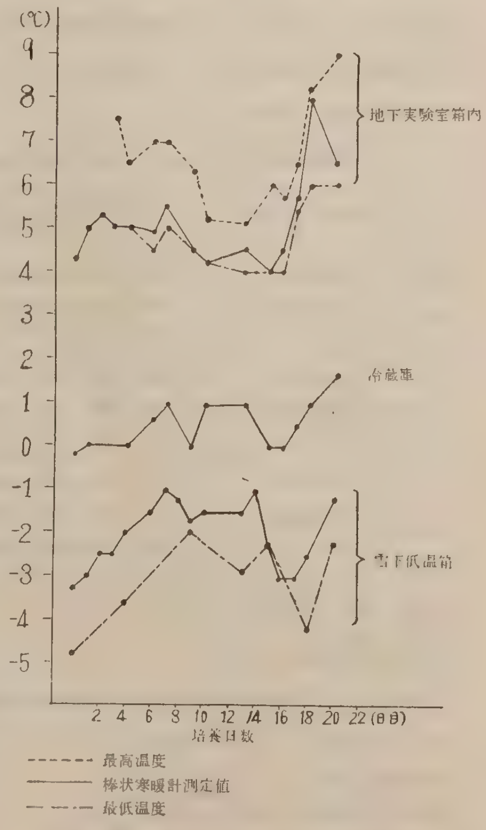
供試菌は *T. incarnata*（複性即ち接合型）馬鈴薯葡萄糖寒天15日目の培養，*T. ishikariensis*（複性即ち接合型）馬鈴薯葡萄糖寒天 15日目の培養及び *S. graminearum* 馬鈴薯葡萄糖寒天15日目の培養。

温度は次のようにして保つた。即ち，

雪下低温箱：暖房装置のない建物室内のコンクリート床面上にブリキ製箱を置き，その上に雪を約30 cm覆うた。箱内の温度は曲管寒暖計により外部より観察できるようにした。別に最高最低寒暖計を置き，菌発育測定時に観測を行つた。この装置により実験期間中絶えず氷点下の温度に保つことができた。温度は第16図に示したが，最高温度は測定が困難で相当の誤差が伴なつたので表示するのは省略し，参考にするにとどめた。

冷蔵庫A：通常の氷により冷却する冷蔵庫，温度は第16図の如くであつた。

地下実験室の箱内：温度は第16図に示す通りであつた。

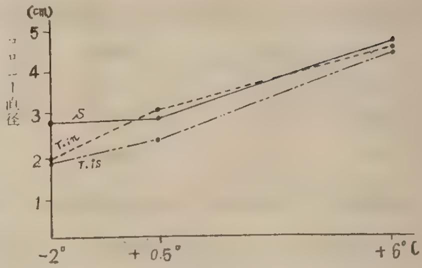


第16図 実験(12)における各実験区の温度

1948年1月29日殺菌シャーレに寒天を15 cc宛注入し，2月4日に菌を接種した。即ち，この期間に寒天注入時の水蒸気がシャーレに附着したものを消失せしめ，氷点下に置いた場合，融氷の原因にならぬよう配慮した。2月8日発育せる

コロニーの直径をシャーレ裏面に引いた直線に沿つて測定したのち，所定の温度に移して実験を開始した。菌成長量は各測定日の実測値（直径）から2月8日の測定値を差引いたものとした。

実験結果 第35表及び第17図に示した。各温度の各菌コロニーの伸長は *S. graminearum* がかすかにS字型を示す他は，ほぼ直線と見做し得るから，一定日数後の菌成長量により適温を比較し得ると考えられる。雑菌混入によるシャーレ数の変化と，また温度が比較的一定である範囲を考慮して15日目の成長量により第17図を作つた。この図から *S. graminearum* は *T. incarnata*, *T. ishikariensis* に較べ，特に0°C以下の低温において発育がよいことを知る。0°C以上では一般に *T. incarnata* と *S. graminearum* の間に著しい差は見られない。



第17図 *S. graminearnm*, *T. incarnata* 及び *T. ishikariensis* の発育温度比較

第35表 *T. incarnata*, *T. ishikariensis* 及び *S. graminearum* の発育適温比較

温度	菌の種類	シャーレ数	菌成長量（コロニー直径）平均 培養後日数 4日	6日	9日	13日	15日	18日	20日	菌核形成状況
−1〜−3°C	*T. incarnata*	7	0.50	0.74	1.10	1.58	1.91	2.26	2.55	20日目に菌核形成なし
	T. ishikariensis	6	0.36	0.58	1.01	1.54	1.78	1.97	2.20	20日目に菌核形成開始
	S. graminearum	8	0.35	0.72	1.30	2.10	2.71	3.34	3.81	20日目に菌核形成なし
0〜1°C	*T. incarnata*	4	0.85	1.24	1.85	2.65	3.04	3.70	4.12	20日目に菌核形成なし
	T. ishikariensis	4	0.66	1.00	1.43	1.93	2.32	2.76	3.08	20日目に菌核多数でき始め
	S. graminearum	3	0.48	0.76	1.42	2.35	2.82	3.58	3.92	20日目に菌核形成なし
4〜8°C	*T. incarnata*	4	1.14	1.76	2.69	3.95	4.55	5.40	6.07	20日目に菌核形成開始
	T. ishikariensis	3	1.05	1.63	2.46	3.70	4.43	5.75	6.50	15日目に菌核形成開始
	S. graminearum	4	0.90	1.42	2.33	3.85	4.74	5.95	6.61	18日目に菌核形成開始

實驗 (14) 1948年3月3日〜3月28日

目　　的 前実験と同じ。

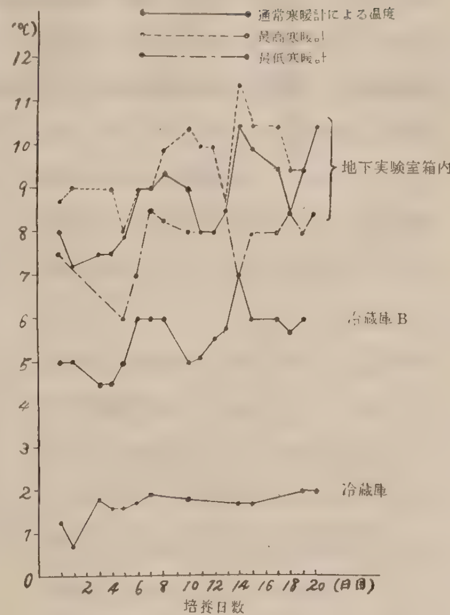
実験法 使用培養基は通常の濃度の馬鈴薯寒天培養基，即ち次の組成のものを用いた。

馬鈴薯	200 g
粗製葡萄糖	20 g
寒天	15 g
水	1,000 cc

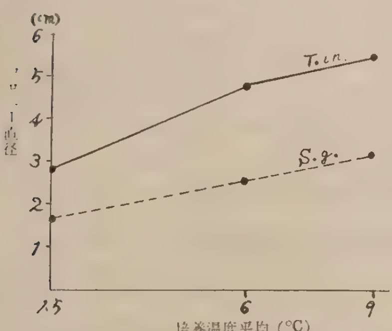
供試菌は2種で，*T. incarnata* は前実験に用いたと同系統（今後特別にことわらぬ限り同一株である）17日目の培養（馬鈴薯葡萄糖寒天）のもの。

S. graminearum は上記と同じで17日目の培養のものを用いた。

温度は地下室箱内，冷蔵庫Aは実験(12)のものを継続使用，その他氷によつて冷却する冷蔵庫Bを設けたが，これらの温度は第18図に示した。



第18図　実験(14)における各実験区の温度



第19図　*S. graminearum* 及び *T. incarnata* の発育温度曲線の比較

1949年2月28日シャーレに培養基を流入，凝固後直ちに菌を接種，接種後室内（約10～13°）無菌箱内に放置，3月3日発育したコロニー直径を測定，所定の温度に移し実験開始，菌成長量は各測定日の

第36表　*T. incarnata* 及び *S. graminearum* の発育適温比較

温度	菌の種類	供試シャーレ数	菌成長量（コロニー直径）平均 培養後日数 3日	5日	7日	10日	12日	14日	17日	19日	菌核形成状況
1～2°C	*T. incarnata*	7	0.62	1.16	1.65	2.29	2.85	3.34	4.03	4.55	25日目（接種後30日目）にも菌核形成なし
	S. graminearum	7	0.29	0.51	0.81	1.24	1.61	1.96	2.54	2.91	19日目（24日目）までの調査では形成なく25日目(30日目)にシャーレのみ白色菌核を見る
5～7°C	*T. incarnata*	7	1.16	1.88	2.78	4.00	4.83	5.69	—	—	14日目（19日目）形成開始
	S. graminearum	7	0.48	0.89	1.34	2.06	2.56	3.11	3.59	3.94	10日目（15日目）形成開始，その後4～7日目で緑色，8～13日目に黒色化
8～10.5°C	*T. incarnata*	7	1.42	2.37	3.29	4.61	5.52	—	—	—	10日目（15日目）形成開始
	S. graminearum	7	0.80	1.37	1.90	2.73	3.17	3.58	3.97	4.38	7日目（11日目）形成開始，その後約5日で緑色，7日で黒色化

実測値から3月3日のコロニー直径の測定値を差引いたものを成長量とした。コロニー直径の測定は，すべてシャーレ裏面にひいた線に沿つて行つた。

実験結果 一般に *S. graminearum* は *T. incarnata* に較べ発育劣るが，発育温度曲線の型を比較すれば著しい相異は認められない。即ち *T. incarnata* の成長量 / *S. graminearum* の成長量を見るに 8～10.5° では 1.75，5～7° では 1.89，1～2° では 1.77 である（第19図及び第36表参照）。

實 驗 (15) 1949年2月28日～3月11日

目 的 *T. incarnata* と *T. ishikariensis* の培養基上の発育適温を調べることを目的とする。

実 験 法 使用培養基は実験14と同様。使用菌は *T. incarnata*（馬鈴薯葡萄糖寒天）13日目の培養と *T. ishikariensis*（上に同じ）の2種，温度は次のようにして得た。

雪下低温箱：実験13と同様，但し二重のブリキ箱を用い中間層には塩と混合した雪を入れ，最外層には通常の雪を覆い，最内層に供試シャーレを入れた。曲管寒暖計で外部より内部の温度を読んだ。

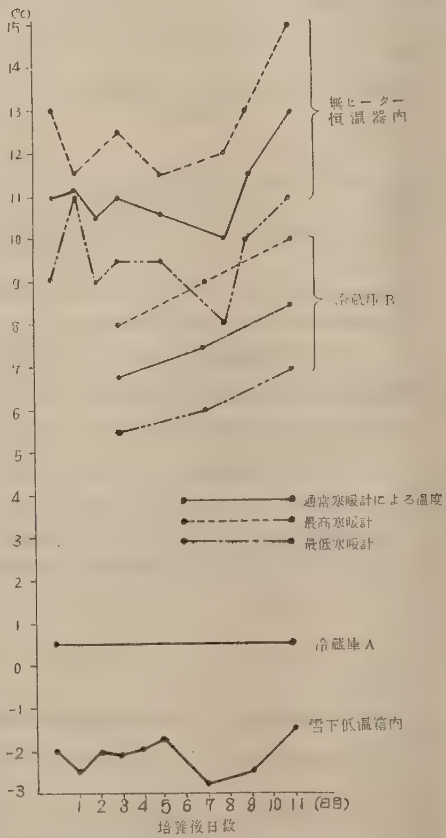
冷蔵庫A：冷蔵庫内に箱を置き，その上部及び四方を雪で覆つた。下部は雪がなかつたので 0°C までは下降せず，0.5°C の恒温を保つた。

無加熱恒温器：室内に置いた恒温器に電気を通ずることなく用いた。

冷蔵庫B：室内に置いた冷蔵庫内部。

これらの温度の測定は雪下低温箱以外は最高，最低を用いて，棒状寒暖計を併用補正した。温度は第20図に示した。

2月22日シャーレに培養基を流入，凝固後直ちに菌接種，後 5～10°C の場所に放



第20図 実験(15)における各実験区の温度

置，2月28日コロニー測定後，所定の温度に置いた。各区暗黒，菌成長量の測定は前実験と同じである。

実験結果　第37表に示した。*T. incarnata* と *T. ishikariensis* の間には著しい差は認められない。

第37表　*T. incarnata* 及び *T. ishikariensis* 発育適温比較

温度 (°C)	菌種	シャーレ数	菌成長量(コロニー直径 cm) 培養後日数			菌核形成状況
			3日	7日	11日	
−1.5〜−2.8	*T. incarnata*	4	0.35	1.02	凍結	菌核なし
	T. ishikariensis	4	0.32	1.04	1.44	〃
0.6	*T. incarnata*	4	0.68	1.67	2.64	〃
	T. ishikariensis	4	0.73	2.05	3.22	〃
5.5〜10	*T. incarnata*	3	1.08	2.70	4.36	〃
	T. ishikariensis	4	1.01	2.66	4.36	7日目（接種後13日目）白色菌核多数 11日目（接種後17日目）褐色化しつつあり
9〜13	*T. incarnata*	3	1.43	3.33	ジャーレ壁到着	11日目（17日目）少数でき始めた
	T. ishikariensis	4	1.10	2.96	4.9	7日目（13日目）菌核多数あり，かすかに黄色

實験（16）　1950年2月14日〜3月6日

目的　*S. graminearum* 及び *T. incarnata*, *T. ishikariensis* の氷点下における発育を比較する。

実験法　使用培養基は前実験と同じ。但し通常の2倍の濃度とした。

使用菌は次のごとくである。

T. incarnata：1948年に新しく菌核（札幌産）より表面殺菌分離した菌で接合型である。15日目の培養（馬鈴薯葡萄糖寒天）。

T. ishikarinsis：前実験と同株，15日目の培養（馬鈴薯葡萄糖寒天）。

S. graminearum：前実験と同株，15日目の培養（馬鈴薯葡萄糖寒天）。

温度は0°C区は実験14の冷蔵庫Aと同様にして得た。5°C，7°C区は木製の三重の箱をつくり，最内部の箱内に自記寒暖計の先端を入れ，それより外層には各々食塩を混合した雪を入れて順次に内部の箱に至るにつれ低温になるようにした。自記寒暖計は1週間毎に，寒暖計は毎日外部から温度を測定した。自記寒暖計の測定によれば，昼夜の大きな変化は見られず，ただ食塩混合後時間がたつと段々温度が上昇する変化のみが見られた。10°C区は北海道大学低温科学研究所の低温室内の電気恒温槽を用いた。温度は第38表に示す。

第38表　実験期間中の温度

温度	0.5°C 区		−5°C 区			−7°C 区			−10°C 区
	第 1 週	第 2 週	第 1 週	第 2 週	第 3 週	第 1 週	第 2 週	第 3 週	第 1 週
最高温度	0.5	0.5	−4.5	−4.0	−4.5	−6.8	−6.2	−6.8	—
最低温度	0.5	0.5	−5.7	−5.6	−5.2	−8.2	−7.2	−7.8	—
平均	0.5	0.5	−5.2	−4.8	−4.9	−7.2	−6.5	−7.2	−10±1°C

2 月 7 日シャーレの寒天培養基上に接種，3°〜8°C の場所に置き，2 月 14 日コロニー直径を測定，後直ちに所定の温度に置き，1 週間毎にコロニー直径を測定し，2 月 14 日の測定値を減じたものを成長量とした。

実験結果　第 39 表に示したごとく *T. incarnata*, *S. graminearum* はともに −7°C で発育することができる。また −10°C でも発育することができるらしく見えるが，凍結により各々 1 箇より測定することができなくなつたために，−10°C で成長し得ると結論することは避くべきであろう。*T. ishikariensis* は −5°C では成長するが −7°，−10°C では，すべて寒天が凍結して成長するかどうかを確かめられなかつた。

第39表　氷点下における *T. incarnata*, *T. ishikariensis* 及び *S. graminearum* 発育比較

菌の種類	項目	0.5°C 区		−5°C 区			−7°C 区			−10 °C 区
		第 1 週	第 2 週	第 1 週	第 2 週	第 3 週	第 1 週	第 2 週	第 3 週	第1週
T. incarnata	シャーレ数	5	4	5	3	2	5	4	4	1
	平均成長量 (cm)	1.2	1.2	0.2	0.5	0.4	0.1	0.1	0.2	0.1
T. ishikariensis	シャーレ数	5	5	4	3	3	凍結	凍結	凍結	凍結
	平均成長量 (cm)	1.5	2.1	0.1	0.1	0.0	—	—	—	—
S. graminearum	シャーレ数	3	3	5	3	3	4	3	3	1
	平均成長量 (cm)	0.6	1.1	0.1	0.2	0.3	0.0	0.1	0.1	0.4

〔註〕　第 1，2，3 週でシャーレ数が減じているのは，主として凍結による。0.5°C 区で減つたのは雑菌混入による。

以上 5 種の実験を通観するに，一般に *S. graminearum* は *Typhula* に較べ，いくらか低温を好む傾向が認められ，特に 0°C 以下の温度ではこの傾向が顕著である。0°C 以下で *S. graminearum* の発育が良くなり，第 17 図に示すように 0°C を境として発育曲線が折れ曲つたような状況を示すのは，次のように説明できると考えられる。本節に示すごとく，*S. graminearum* は培養基の濃度が高い場合，発育著しく良好であるから，0°C 以下の凍結した環境内では，培養基は凍らなくても常にその水分は凍結環境との蒸気圧の差によつて脱出するため，培養基の濃

度が高くなり，そのために発育が良好になることが考えられる。また *T. incarnata* と *T. ishikariensis* の発育曲線を比較するに，温度によつて著しい差はないようである。

各菌の成長量の絶対値は，各々培養基の性質を異にするに従つて異なるから，各温度における *S. graminearum*, *T. incarnata* 及び *T. ishikariensis* の成長量の絶対値の比較は無意味であろう。

REMSBERG & HUNGERFORD (1933) は麦類の雪腐病病原菌 *Typhula* 属菌の発育に対する適温の影響を調べたが Group Ⅱ (*Typhula incarnata* に該当するものであろう)の適温は 0～5° であり，25°C 以上では成長を停めることを述べた。VOLK (1937) は *Typhula graminearum* KARST. (*T. incarnata* と認められる) の適温を調べたが，−5°, −2°, ±0°, 0.5°, 1°, 3°, 5°, 8°, 12° 15°, 20°, 25°, 30° の光線の入る自動温度調節の装置で実験した結果，0°C 以下では 16 日目でも発育せず，0.5°C 以上で発育し，25°C で僅かに発育し，30°C では全く発育を見なかつた。0°C 以下で発育しないのは筆者の実験と異なるが，積雪下 0°C の環境で麦を腐敗せしめていることを考えれば，0°C 以下で発育しないということはあり得ないことである。このような結果の起つた一つの原因として，光線のもとで実験を行つていることがあげられるかも知れない。REMSBERG (1940) は *Typhula* の発育が光線によつて抑制せられることを報告している。

S. graminearum の発育と温度の関係について報告せられた文献を未だ知らないが，SOLKINA (1939) は子嚢胞子の発芽適温は 3～16°C で 30°C では全く発芽を見ず，−3°C で凍らせても胞子を殺さぬことを報告している。

これらの菌で適温は，菌の系統によつても異なるものであろう。例えば GÄUMANN (1940) は *Merulius lacrymans* の耐寒性系統を見出したが，普通の系統の成長の最小限度は 3°C で，耐寒性系統は最小温度が −2°C であると報告している。またこれらの適温は低温馴化によつても異なつて来る筈である。

上述の諸実験で，これらの菌が非常に低い温度で発育することが知られる。現在までに筆者の知つたところでは CHISTIAKOFF & BOCHAROVA (1938) は *Penicillium glaucum*, *Mucor* sp., *Botrytis cinerea*, *Cladosporium herbarum* が −5°C で成長することを述べ，また −8°C では *Chaetostylium fresenii* が 8～13 箇月後に成長を認められ，*Thamnidium elegans* は接種後 54 日で Wart agar 上に発育が認められたと報告している。富樫 (1949) が 1,000 余の絲状菌の温度に関する性質を一括示したところによれば，−2°C で発育することのできる菌は少数ながらあるが，それ以下で発育可能とされている菌はきわめて稀である。即ち *Cladosporium* sp. は

−6.7°C で 15〜16 箇月後に 3〜4 mm の成長が認められ (BERRY & MAGOON, 1934), また *Herpotrichia nigra* は −3°C (GÄUMANN, RATH & ANLIKER, 1934), *Monilia* sp. は −4°C（8週間後）(BERRY & MAGOOH, 1934) などの例があげられている。以上述べたことから見ると，ここに報告した 3 菌，*T. incarnata*, *T. ishikariensis* 及び *S. graminearum* は絲状菌中最も低温で発育可能な菌であり，−7°C で確実に成長し得るという事実は著しい現象といわなければならない。

(5) 凍結培養基上の兩菌の發育

寒天培養基は氷点下では著しい低温でない限り，通常過冷却を続ける。これに氷の小片を接種すると直ちに凍結する。この現象を利用して，同一温度において菌の成長に対する凍結の影響を比較し得る。以下に述べるのはそれらの諸実験である。

實　驗 (17) 1947 年 2 月 4 日〜27 日

目　　的　固形培養基の凍結と *S. graminearum* と *Typhula* 属菌の発育の関係を調べた。

実 験 法　使用培養基は通常濃度の馬鈴薯葡萄糖寒天培養基（実験 13 のものと同じ）。

供試菌は *S. graminearum* 34 日目の培養（馬鈴薯葡萄糖寒天）及び *T. incarnata* 9 日目の培養（馬鈴薯葡萄糖寒天）で温度は次のようにして得た。即ち暖房装置のない建物のコンクリート床面のブリキ箱上に雪をかけたもので，温度は最高最低寒暖計と棒状寒暖計を併用して測定した。温度は第 40 表に示したが，最高温度は観測困難で誤差が多いため省略した。

1 月 22 日培養基をシャーレに注入，翌 23 日菌接種，約 7〜10°C の温度に静置。2 月 4 日シャーレの底に接種部を通る直線をガラス鉛筆で引き，その線に沿つてコロニー直径を測定，上記低温箱内に入れ過冷却せしめたのち，凍結シャーレ区に対し雪の小片を入れ誘氷した。1 月 17 日箱より取り出し凍結シャーレを融解してコロニーの直径を測定，2 月 4 日の測定値を差引いて菌成長量とした。

実験結果　結果は第 41 表に示した。不凍結区で凍結したシャーレがあり，特に *S. graminearum* ではシャーレ数が少なかつたために，結論を下し難いが，少なくも *T. incarnata* では凍結により著しく成長が抑制せられることが認められる。しかるに *S. graminearum* では凍結区でも相当な成長が認められる。

第 40 表　実験期間中の温度

月　　　日	2 月 5 日	7 日	8 日	17 日	22 日	27 日
棒状寒暖計温度(°C)	−1	−1.5	−1.5	−3.4	−4.5	−3.5
最 低 温 度(°C)			−2.0	−6.0	−4.5	−5.0

第41表 凍結培養基上の *S. graminearum* と *T. incarnata* の発育の比較

菌の種類	処理	実験終了時凍結状態	13日目成長量コロニー直径 (cm)	平均
T. incarnata	凍結	凍結	0.85	
	〃	〃	0.13	
	〃	〃	0.00	0.28
	〃	〃	0.40	
	〃	〃	3.03	
	不凍結	不凍結	0.03	
	〃	〃	3.05	3.09
	〃	〃	3.25	
	〃	〃	3.05	
	〃	凍結	1.70	1.70
S. graminearum	凍結	凍結	2.10	
	〃	〃	0.30	
	〃	〃	1.00	1.02
	〃	〃	0.20	
	〃	〃	1.45	
	不凍結	不凍結	1.18	0.59
	〃	〃	0.00	
	〃	凍結	1.13	
	〃	〃	0.97	0.91
	〃	〃	0.63	

實驗 (18) 1948年2月23日～3月8日

目　的 前実験と同じ。

実験法 使用培養基は通常濃度馬鈴薯葡萄糖寒天培養基（実験13のものと同じ）及び2.5倍濃度のもの（実験12のものと同じ）。

供試菌は *S. graminearum*（前実験と同系統）馬鈴薯葡萄糖寒天15日目の培養。

温度は前実験と同じ，但し曲管寒暖計を用い外部から測定。温度は第42表に示した。

第42表 実験期間中の温度

月日	2月23日	24日	25日	26日	28日	29日	3月1日	2日	3日	4日	6日	7日	8日
曲管温度	−2.2	−3.0	−3.0	−2.5	−1.2	−0.8	−0.7	−1.0	−1.2	−2.0	−1.0	−0.5	−0.6
最低温度	−2.2			−4.2	−2.2						−3.5		

2月15日シャーレに培養基を注入，16日菌接種，ほぼ7～10°Cの温度に静置，2月23日，前実験と同様にして実験開始，3月8日氷を融解してコロニー成長量を測定した。

実験結果 結果は第 43 表に示した。*S. graminearum* は培養基が凍結した場合にかえつて成長が良く，また濃度の高い方が成長が速かである。これらの結果はバリアンス分析表（第 44 表参照）から統計的に確かめられる。バリアンス分析表の交互作用に示されるところによれば，培養基濃度が異なつても凍結の影響は異ならなかつた。

第 43 表 凍結培養基上の *S. graminearum* の成長量

培養基濃度 / 事項 / 処理	通常濃度		2.5 倍濃度	
	シャーレ数	14 日目 菌成長量平均	シャーレ数	14 日目 菌成長量平均
不凍結	8	1.94	9	3.54
凍結	9	2.68	9	4.56

第 44 表 第 17 表のバリアンス分析表

変因	自由度	平方和	バリアンス	F 値
全体	33	60.232		
処理	3	32.687	10.896	11.87**
濃度	1	26.03	26.03	28.36**
凍結	1	6.5	6.5	7.08*
濃度 × 凍結	1	0.157	0.157	
誤差	30	27.545	0.918	

〔註〕 ** p=0.01 * p=0.05 を示す。

ただしこの表で凍結の * はほとんど 0.01 に近いものである。

實驗 (19) 1949 年 2 月 9 日～26 日

目的 前実験と同じ。

実験法 使用培養基は前実験と同様の通常濃度及び 2.5 倍濃度馬鈴薯葡萄糖寒天で，供試菌は *S. graminearum* 馬鈴薯葡萄糖寒天 16 日目の培養，及び *T. incarnata* 馬鈴薯葡萄糖寒天16 日目の培養のもの，温度は前実験と同じ。ただし塩を用いて温度の低下をはかつた。温度は第 45 表のとおりである。

第 45 表 実験期間中の温度

月 日	2 月 9 日	10 日	11 日	12 日	14 日	15 日	16 日	17 日
温 度	−1.0	−1.1	−1.1	−1.1	−0.9	−0.8	−0.7	−1.0
月 日	19 日	20 日	21 日	22 日	23 日	24 日	25 日	26 日
温 度	−1.0	−0.7	−0.8	−0.6	−0.7	−1.0	−1.0	−0.7

2月1日菌接種，約5°C附近の室温に放置，2月9日に前実験同様処理して実験開始，2月26日氷を融解して成長量を調査した。

実験結果 結果は第46表に示した。*T. incarnata* の成長は凍結により抑制せられ，*S. graminearum* の成長は凍結により促進せられる。

第46表 凍結培養基上の *S. graminearum* と *T. incarnata* の成長比較

培養基濃度	処理	*T. incarnata*		*S. graminearum*	
		シャーレ数	17日目菌成長量	シャーレ数	17日目菌成長量
通常濃度	不凍結	3	3.58	4	2.68
	凍結	2	1.80	4	3.84
2.5倍濃度	不凍結	3	2.62	4	3.33
	凍結	3	2.05	4	3.73

以上3実験を通覧するに，*T. incarnata* は凍結によつて成長を抑制せられ，*S. graminearum* は凍結によつて成長が促進せられる。もつとも *S. graminearum* の場合コロニー直径の増加は凍結で促進せられるが，コロニーは不凍結の場合より疎である。*T. incarnata* の成長の凍結による抑制は，温度が低いほど著しいことが実験(17)と実験(18)の比較によつて認められる。

第47表 第46表のバリアンス分析表

変因	自由度	平方和	バリアンス	F値
全体	26	2567.52		
処理	7	1270.746	181.53	2.66*
処理の内容　菌の種類	1	431.228	431.228	6.32*
濃度	1	5.72	5.72	
凍結	1	0.71	0.71	
菌の種類×濃度	1	101.652	101.652	1.489
凍結×濃度	1	2.377	2.377	
菌種類×凍結	1	604.112	604.112	8.85**
菌種類×濃度×凍結	1	124.947	124.947	1.83
誤差	19	1296.774	68.25	

凍結培養基上での絲状菌の発育について報告せられた文献を未だ知らないが，CHISTIAKOFF & BOCHAROVA (1938) は次のような事実を報告している。*Chaetostylium fresenii* は −8°C で beef wort agar 上では13箇月後にようやく成長が明らかとなるが，生肉上では8箇月後に明らかとなつた。*Thamnidium elegans* は 8°C では生肉上で1年後に成長が認められなかつた

が，Wort agar 上では 54 日目に見えるようになつた。この場合少なくとも各生肉は凍結していたと見るべきであろう（原著を参照し得ないので詳細は不明である）。いずれにせよ *S. graminearum* は凍結について非常に特異な性質を持つていることを知る。

(6) 培養基濃度と両菌の發育

前実験で両菌の生育に対する培養基凍結の影響について述べたが，凍結の状態では培養基は脱水される。故に凍結の両菌に対する影響の差は，培養基濃度に対する両菌の好みの差に帰せられるように想像される。この点を確かめるために，ここでは両菌の成長と培養基濃度の間の関係について述べる。本項 (3) の実験 (18) において *S. graminearum* が通常培養基より 2.5 倍濃度の培養基で発育が良好であることが示された（P=0.01 で統計的に有意義である）。実験 (19) における濃度と両菌の発育の関係を凍結実験開始時のコロニー測定結果から調べると第 48 表のようである。即ち *T. incarnata* では濃度の低い方が発育良く *S. graminearum* では逆に

第 48 表　実験 (19) の実験開始時のコロニー直径測定結果による *S. graminearum* と *T. incarnata* 成長量と濃度の関係

菌の種類 / 事項 / 培養基濃度	*S. graminearum*		*T. incarnata*	
	シャーレ数	8日後菌成長量	シャーレ数	8日後菌成長量
通常濃度培養基	8	11.62	5	27.00
2.5 倍濃度培養基	8	15.00	5	20.60

第 49 表　第 48 表のバリアンス分析表

変因	自由度	平方和	バリアンス	F 値
全体	25	1098.9		
処理	3	824.8	274.9	22.1 **
処理の内容 菌の種類	1	676.86	676.86	54.37**
処理の内容 濃度	1	0.9	0.9	
処理の内容 交互作用	1	147.04	147.04	11.81**
誤差	22	274.1	12.45	

濃度が高い方が発育がよい。この関係は第 49 表のバリアンス分析により統計的に確かめられる。この両菌の関係をなお一層確かめるため次の実験を行つた。

實　驗（20）1948 年 4 月 14 日～30 日

目　的　*T. incarnata* 及び *S. graminearum* の菌糸の発育に対する培養基濃度の影響を調べた。

実験法　使用培養基は次の組成をもつ。

a) 馬鈴薯葡萄糖寒天

培養基濃度	馬鈴薯 (g)	葡萄糖 (g)	寒天 (g)	水 (cc)
2.5 倍濃度	500	50.0	37.5	1000
1.43 倍濃度	286	28.6	21.4	1000
原濃度	200	20.0	15.0	1000

b) 無機質加用培養基

培養基濃度	馬鈴薯 (g)	葡萄糖 (g)	$MgSO_4$ (g)	NH_4NO_3 (g)	KH_2PO_4 (g)	寒天 (g)	水 (cc)
2.5 倍濃度	125.0	50.0	1.25	5.0	0.5	37.5	1000
1.43 倍濃度	70.8	28.6	0.70	2.8	1.4	21.4	1000
原濃度	50.0	20.0	0.50	2.0	1.0	15.0	1000

c) ペプトン加用培養基

培養基濃度	馬鈴薯 (g)	ペプトン (g)	葡萄糖 (g)	$MgSO_4$ (g)	NH_4NO_3 (g)	KH_2PO_4 (g)	寒天 (g)	水 (cc)
2.5 倍濃度	125.0	50.0	50.0	1.25	5.0	2.5	37.5	1000
1.43 倍濃度	70.8	28.6	28.6	0.70	2.8	1.4	21.4	1000
原濃度	50.0	20.0	20.0	0.50	2.0	1.0	15.0	1000

供試菌は *T. incarnata* 馬鈴薯葡萄糖寒天 14 日目の培養及び *S. graminearum* 馬鈴薯葡萄糖寒天 14 日目の培養。

実験は氷庫の下部の小室中で行つた。温度は実験中に 0.5°C から 1.2°C に徐々に上昇した。

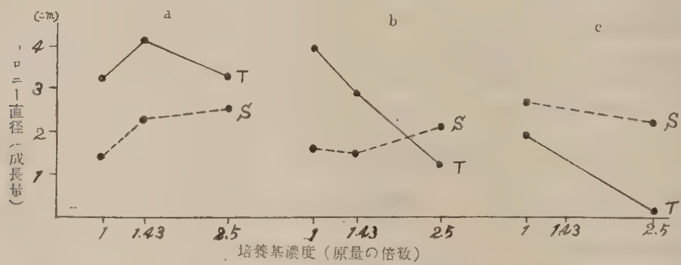
4 月 6 日シャーレに培養基を注入，4 月 14 日菌接種，接種寒天片の大きさを測定，各所定日

第 50 表　濃度を異にした培養基上の *S. graminearum* と *T. incarnata* の発育比較

事項 / 培養基種類	培養基濃度	*T. incarnata* シャーレ数	8 日目	12 日目	16 日目	*S. graminearum* シャーレ数	8 日目	12 日目	16 日目
馬鈴薯寒天培養基	原濃度	6	1.26	2.26	3.22	6	0.38	0.87	1.43
	1.43 倍	7	1.72	2.99	4.09	7	0.68	1.41	2.24
	2.5 倍	6	1.25	2.27	3.28	8	0.77	1.45	2.47
無機質加用培養基	原濃度	7	1.54	2.65	3.78	7	0.32	0.84	1.61
	1.43 倍	6	0.95	1.59	2.94	7	0.41	0.92	1.51
	2.5 倍	7	0.24	0.74	1.21	6	0.52	1.28	2.18
ペプトン加用培養基	原濃度	7	0.54	1.13	1.85	7	0.79	1.71	2.69
	2.5 倍	6	0.07	0.11	0.16	7	0.45	1.13	2.17

の測定値から各々4月14日の測定値を差引いた残りを菌成長量とした。

実験結果　結果は第50表に示した。*T. incarnata* は一般に濃度高い場合発育悪く，*S. graminearum* は逆に濃度が高い場合に発育が良い。特にペプトン加用培養基の2.5倍では *T. incarnata* のシャーレの多くのものは全く発育ができず，一部のものだけが発育を見たが，*S. graminearum* の場合は原濃度に較べ少しく発育が劣るに過ぎなかつた（第21図参照）。



第21図　培養基濃度と *T. incarnata* 及び *S. graminearum* の発育（16日目）

a　馬鈴薯寒天　　b　無機質加用寒天　　c　ペプトン加用寒天

VOLK (1937) は寒天のみの培養基で寒天の濃度と *Typhula graminium* KARST. (*T. incarnata*) の発育を検し0.5％，1％，2％，3％，4％の各培養基で0.5％の場合が発育最良で，それより濃度が増加するに従い，発育が悪くなることを述べている。

(7) 土壌表面上の *S. graminearum* 及び *T. incarnata* の發育

T. incarnata はその生活史において土壌と密接な関係がある。*S. graminearum* は，これに反して菌核が土壌中にある他は著しい関係をもつとは思われない。ここでは土壌面での両菌の発育を比較するため，殺菌土壌で予備的な実験を行つた。

實　驗　(21)　1949年1月19日～2月4日

目　　的　殺菌土壌につき pH を3種に変えて，0°C における *T. incarnata* と *S. graminearum* の発育を比較した。

実 験 法　供試土壌の pH は1948年8月3日圃場土（埴壌土）をとり次の方法により調整した。1/25 N 水酸化石灰溶液を一定量ずつ加え，それに蒸溜水を加えて放置後遠心分離器にかけできる限り清澄にした。この液につき中和曲線をつくり，これから消石灰所要量を定めて土壌を調整した。以後5箇月間程の間絶えず湿潤を保ち，実験前に再び pH を測定した。

供試土壌の湿度は次のように調節した。各々の pH 土壌につき容水量を定め，それを 100％

とし，その量の80％の湿度とした。

以上の各土壌を高圧と常圧（90°C）で殺菌した。

菌の成長の測定法は次のようにした。シャーレ（内径8.7 cm，高さ1.8 cm）に土を入れ殺菌したものに1月19日菌を接種し，2月4日1シャーレにつき4箇所接種部より一定の間隔で採土，試験管培養基上に置き，その採土した穴の接種部よりの距離を測定して置き，試験管内の菌の発生の有無で，菌の伸長を測定した。これらのシャーレは実験期間中ほとんど0.5°Cの恒温を保つ冷蔵庫内に入れた。

供試菌は *T. incarnata*，*S. graminearum* 共に14日目の培養（馬鈴薯葡萄糖寒天）。

実験結果　第51表に示した。*T. incarnata* は中性で発育よく，*S. graminearum* はそれより酸性で発育が良い。殺菌温度の影響は見られない。

第51表　土壌反応と菌の発育（0.5°C）

菌の種類	殺菌	pH	菌の有（＋）無（－）1 cm 以内	2 cm 以内	3 cm 以内	4 cm 以内
T. incarnata	高圧殺菌	5.7	＋＋	＋－	－－	－－
		6.5	＋＋	－－	－－	－－
		7.0	＋＋	＋＋	－－	－－
	90°C 殺菌	5.7	＋	－	－	－
		6.5	＋＋	＋＋	－－	－－
		7.0	＋＋	＋＋	－－	－－
S. graminearum	高圧殺菌	5.7	－＋	－－	－－	－－
		6.5	－＋	－－	－－	－－
		7.0	－－	－－	－－	－－
	90°C 殺菌	5.7	－－	－－	－－	－－
		6.5	＋＋	－－	－－	－－
		7.0	－－	－－	－－	－－

〔註〕－及び＋は各々1シャーレの菌の有無を現わす。したがつて＋＋とは2シャーレともに菌があることを示す。

實　驗（22）1949年1月19日～2月25日

目　　的　土壌の凍結状態で，*S. graminearum* と *T. incarnata* の土壌面発育を比較した。

実 験 法　前実験と同じ，ただし殺菌温度は90°Cとした。使用シャーレは内径10.5cm，高さ（内側）6.8 cm である。またシャーレは雪と塩で冷却したブリキ罐内に置いた。その罐内の温度は第52表のようである。

第52表 実験期間中の温度(午前10時観測)

月 日	温 度 (°C)	月 日	温 度 (°C)	月 日	温 度 (°C)
1. 19	− 1.5	2. 1	− 0.1	14	− 0.9
20	− 1.0	2	− 0.1	15	− 0.8
21	− 0.5	3	− 0.1	16	− 0.7
23	− 0.3	4	− 0.1	18	− 1.0
24	− 0.3	5	− 1.2	19	− 1.0
25	− 0.4	7	− 0.2	20	− 0.7
26	− 0.5	8	− 0.9	21	− 0.8
27	− 0.5	9	− 1.0	22	− 0.6
28	− 0.9	10	− 1.1	23	− 0.7
30	− 0.5	11	− 1.1	24	− 1.0
31	− 0.2	12	− 1.1	25	− 1.0

第53表 反応及び湿度を異にした土壌表面の両菌発育(凍結状態)

菌の種類	土 湿 (%)	pH	菌 の 有 (+) 無 (−)				
			1 cm 以内	2 cm 以内	3 cm 以内	4 cm 以内	5 cm 以内
T. incarnata	80	5.7	卄 卄	卄 卄	− −	− −	− −
		7.0	卄 卄	± ±	± ±	− −	− −
	100	5.7	卄 卄	卄 卄	卄 卄	卄 卄	± −
		7.0	卄 卄	卄 卄	卄 卄	卄 卄	卄 卄
S. graminearum	80	5.7	卄 ±	− −	− −	− −	− −
		7.0	− −	− −	− −	− −	− −
	100	5.7	− −	− −	− −	− −	− −
		7.0	− −	− −	− −	− −	− −

〔註〕 卄とは1シャーレにつき2系列ずつ採土した結果,2系列とも+であつたことを示す。±とはその1系列が+で,他の1系列が−であつたことを示す。

供試菌は *T. incarnata* 馬鈴薯葡萄糖寒天14日目の培養のもの及び *S. graminearum* 馬鈴薯葡萄糖寒天14日目の培養のものを用いた。

実験結果 培養基の凍結の場合とは異なり,凍結土壌では *T. incarnata* は発育するが *S. graminearum* は発育僅少である。両実験を通じ *S. graminearum* の土壌面発育は非常に僅少である(第53表参照)。なお本実験期間中の温度が割に高いことが *T. incarnata* の発育良好であつた理由とも考えられる。

(8) *S. graminearum* と *T. incarnata* の培養基上の拮抗作用

S. graminearum と *T. incarnata* の間に拮抗作用があるかどうかを明らかにする目的で同一

培養基上の両菌の相互作用を調べた。培養基上の拮抗作用は培養基の種類により異なり，したがつてその議論を直ちに自然現象にあてはめることはできないとされているが，議論を進める補助としては充分に意義のあるものと考える。

實　驗（23）1946年3月9日〜5月9日

目　　的　培養基上に *S. graminearum* 及び *T. incarnata* を対峙せしめて，その間の拮抗作用を調べた。

実 験 法　使用培養基は馬鈴薯ビート寒天培養基（本項（2）の実験11と同じ）。

供試菌は次の2種3型である。*T. incarnata* 接合型：記号 *T. in* (d)，子実体を表面殺菌して分離した菌. *T. incarnata* 単性型：記号 *T. in* (h)，単胞子分離を行つた菌。単性なことは，Clamp connection の欠除と，各単性系統間の接合試験により確かめた。

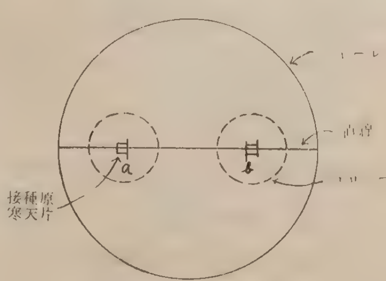
S. graminearum は前実験と同系統で，菌核の表面殺菌により分離したものである。

地下実験室箱内に置いた。その場所の温度は第54表のごとくである（最高最低の平均温度）。

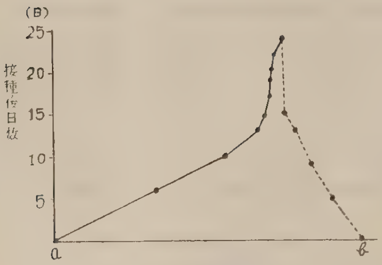
第54表　実験期間中の温度

月　日	温　度 (°C)	月　日	温　度 (°C)	月　日	温　度 (°C)	月　日	温　度 (°C)
3月 9日	4.5	25日	7.3	6日	5.5	19日	9.0
12日	5.0	26日	4.5	8日	5.3	20日	8.0
13日	2.0	27日	5.0	9日	5.7	22日	9.0
14日	2.7	28日	4.5	11日	8.5	23日	9.8
15日	2.7	29日	8.3	12日	7.5	24日	10.3
16日	2.5	30日	6.0	13日	8.3	25日	9.5
18日	1.0	4月 1日	6.0	15日	8.0	26日	9.5
19日	1.5	2日	6.0	16日	6.7	27日	9.5
20日	2.5	4日	7.3	17日	7.8	30日	8.3
23日	5.7	5日	6.5	18日	8.5	5月 1日	8.3

第22図に示したようにシャーレ内の寒天培養基上に相対して接種原を置き，シャーレの裏面にその2接種原を結ぶ直線を描き，その接種原点より直線に沿つてコロニーの長さを測定した。第23図において横軸はシャーレの直径を現わし，縦軸は日数を示す。故に発育曲線が横軸に平行の方向に近づくほど，発育が遅いことを



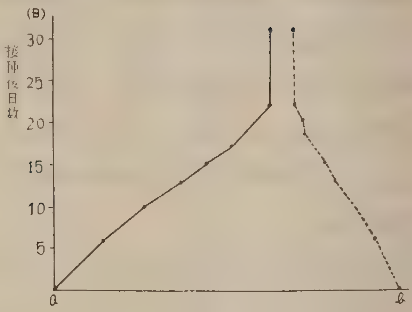
第22図　対峙培養の実験法



——— T. in.(d) 発育曲線
--------- S. g 発育曲線

第 23 図　*T. incarnata*（接合型）と *S. graminearum* の対峙培養における発育曲線

a, b　第 9 図の ab と同じ，即ち両菌接種原の位置を示す。従つて ab 間距離は接種原間の距離を示す。



(61 日後にも接触せず)

第 24 図　*T. incarnata*（単胞子分離系統）と *S. graminearum* の対峙培養における発育曲線

凡例……第 10 図と同じ

示す。3 月 9 日に接種，その後一定日数毎に測定した。

実験結果　両菌共に接近するに従い発育が遅くなりついに停止するに至る。その後 *T. incarnata* は再び発育を始めついには接触するに至る。この発育再開は非常に遅くなつてから起る場合と割合に早く起る場合がある。第 23 図は割合に早く起つた場合であり，第 24 図は接種後 61 日目に至るも発育再開が起らなかつた場合である。この発育再開が割合に早く起る例は接合型に多く，単性型では接触の時期が遅い傾向がある。これらの比較は第 55 表に示した。この発育再開による両菌接触は常に *T. incarnata* の側で起る。これは *T. incarnata* の馴化と考えるべきであろう。この接触部を顕微鏡で見ると両菌の菌絲の先端は相交錯している。しかし肉眼的には接着したのちも確然とした境界が認められる。

第 55 表　*S. graminearum* との拮抗作用における *T. incarnata* の馴化とその性型の関係

Typhula 性型	シャーレ数	接種後 42 日目		接種後 61 日目	
		接触せず	接触す	接触せず	接触す
T. in (d)×*S. g*	7	1	6	0	7
T. in (h)×*S. g*	6	4	2	1	5

実　験　(24)　1948 年 1 月 31 日～3 月 17 日

目　　的　前実験と同じ。

実 験 法　実験の大要は前実験と同じ。

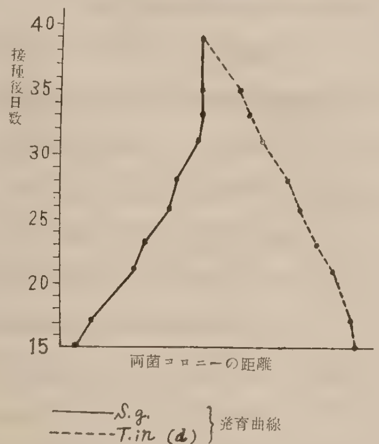
使用培養基　雪下より秋播小麦を掘り出し密封したガラス瓶に入れて高圧にて蒸気加熱し，

圧搾器で搾汁し，その汁液に容量の1.5%の重量（容量1ccを1gと仮定した）の寒天を加えて培養基を造つた。

供試菌は2種で，*T. incarnata* は前実験 *T. in.* (d) と同様のもの，25日目の培養（馬鈴薯葡萄糖寒天），及び *S. graminearum* は前実験と同じものの25日目の培養（馬鈴薯葡萄糖寒天）を用い，温度は0〜3°Cの冷蔵庫を用いた。

1月31日接種，前実験と同様に処置した。第25図では2月15日からの測定結果を示した。

実験結果　第25図に示すように，前実験同様 *S. graminearum* は *T. incarnata* に近づくと成長を停止し，その後も成長を再開するようなことはない。*T. incarnata* は31日頃から成長が遅くなるがその後速やかに成長して接触するに至る。検鏡した結果によれば46日目にも両菌混合の模様はなかつた。



第25図　小麦搾汁培養基上での *Typhula incarnata* と *S. graminearum* の対峙培養

実験(22)及び(23)を通観するに馬鈴薯培養基，小麦搾汁培養基ともに *S. graminearum* と *T. incarnata* の拮抗作用が見られ，常に *T. incarnata* が成長を再開して *S. graminearum* に接触するに至る。*S. graminearum* では一度停止した後は成長再開は見られない。一般に菌類の拮抗作用は培養基を異にすれば異なつた結果が得られるとされている。1例をあげれば，Rosen & Shaw (1929) は *Sclerotium Rolfsii* と *Fusarium* sp. の拮抗作用を調べ，酸性では *S. Rolfsii* が盛んに成長して *Fusarium* sp. を蔽うが，中性またはアルカリ性では反対に *Fusarium* sp. が *S. Rolfsii* を蔽うとのべている。また Broadfoot (1933) も培養基上の Antagonism がそのまま自然状態でも成立するとは限らないことを示している。筆者の実験において *S. graminearum* が発育再開せず *T. incarnata* が発育再開するのは培養基が *S. graminearum* より *T. incarnata* に

第56表　小麦搾汁培養基上の *S. graminearum* 及び *T. incarnata* 発育比較

（1月31日接種）

月　日	*S. graminearum* (cm)	*T. incarnata* (cm)
2月17日	1.5	0.45
23日	2.1	0.85
26日	2.4	1.05

適当しているためではないかとの疑問が起り得るが，小麦摩汁培養基はむしろ *S. graminearum* に適当した培養基である。即ちその測定値の一部を示せば第 56 表のごとくなる。即ち一般に *T. incarnata* と *S. graminearum* の対峙する場では *S. graminearum* が大きな成長抑制作用を受けるといえるように考えられる。

第2項 *S. graminearum* 及び *T. incarnata* の病理学的性質

(1) 兩菌寄主體侵入に對する土壤凍結の影響

生活史の項で述べるごとく *Typhula* 属菌は積雪下で始めて植物体に侵入する。したがつて土壤凍結地帯で *Typhula* が発生しないのは土壤凍結が *Typhula* 属菌の侵入を抑制するためであることが想像される。この点を証明するために次の実験を行つた。

實 驗 (25) 1948 年 1 月 14 日～3 月 29 日

目 的 *S. graminearum* と *T. incarnata* の土壤接種に対する土壤凍結の影響を検した。

実 験 法 供試小麦の葉に胞子の附着することを避けるために，根雪開始後試験管に上端より 1～2 cm の所まで土をつめコッホ蒸気殺菌釜で殺菌したのち，「ドーソン 1 号」,「秋播小麦農林 62 号」をウスプルンで 30 分間消毒したものを植え，室内で育てた。生育期間 12 月 12 日～1 月 14 日，実験時の葉数は各品種とも 2 葉とした。

土を 25 cm 平方の木板上に置き，その上に麦の葉を接着せしめた。この場合，試験管に播いた麦は，試験管ごと倒すことができるから便利である。各試験区毎に「ドーソン 1 号」3 試験管,「小麦農林 62 号」2 試験管を用いた，接種は 1 月 14 日に行い，雪が直接触れぬようにブリキ箱に入れ，これを積雪下の適当な位置に置いて，凍結と不凍結に分けた。即ち地表面に材木を置き，その上に置いたもの及び地表面を僅かに削り，その凹所に密着して置いたものの 2 区をつくつた。両者に雪をかけ，以後自然状態で雪が積るにまかせた。前者は凍結を保ち，後者は常に融解していた。凍結区の温度は −0.2～ −3.0°C の間を上下したが時に 0°C に昇つたこともあつた。不凍結区は 0°C であつた。

供試菌は *S. graminearum* 馬鈴薯葡萄糖寒天 27 日目の培養のもの及び *T. incarnata* 馬鈴薯葡萄糖寒天 54 日目の培養のものである。

これらの含菌寒天片及び菌核を前記の土壤面に接種した。

供試土壤は次のようである。即ち篩にかけた圃場土（埴壤土）を用い次のような区に分けた。低温殺菌土区では水を加えて湿つた土を 60～65°C で 2 時間ずつ 2 回殺菌した。100°C 殺菌土区では充分湿つた土をコッホで 2 時間殺菌した。これらの土は前述の板上にうすく広げたまま

殺菌したから2時間の殺菌時間で充分である。*Typhula* 胞子被覆無殺菌圃場土区では，初秋に上述の木板を土面に埋めてその上に自然土を置き，その周囲に *Typhula* の子実体を多数発生せしめた。この子実体は主に *T. incarnata* で少数の *T. ishikariensis* が含まれた。接種日（1月14日）にこの板を土を落さぬよう，また土表面を乱さぬように，静かに積雪下から掘り出して実験に供した。また *S. graminearum* 胞子被覆無殺菌土区では札幌市内の *Typhula* が少ないと思われる場所で *S. g.* の子実体を発生せしめ，その近くに木板を埋めて上述と同様に処理した。

実験結果　結果は第57表に示した。*Typhula* は自然土の場合も，殺菌土に *T. incarnata* を接種した場合もともに土壌不凍結の場合は接種を起すことができるが，凍結している場合は接種を起すことができない。これに反して *S. graminearum* は培養寒天を接種しても胞子を被覆しても，土壌の凍結，不凍結の如何にかかわらず，接種を起すことができなかつた。

第57表　*S. graminearum* 及び *T. incarnata* の土壌接種と土壌の凍結

試験区	不凍結		凍結	
	小麦農林62号	ドーソン1号	小麦農林62号	ドーソン1号
60°C 殺菌 *T. incarnata* 接種	+	+	−	−
60°C 殺菌 *S. graminearum* 接種	−	−	−	−
60°C 殺菌無接種	−	−	−	−
100°C 殺菌 *T. incarnata* 接種	+	+	−	−
100°C 殺菌 *S. graminearum* 接種	−	−	−	−
100°C 殺菌無接種	−	−	−	−
無殺菌 *Typhula* 胞子被覆土	+	+	−	−
無殺菌 *S. graminearum* 胞子被覆土	−	−	−	−
無殺菌 *S. g.* 胞子被覆土に *S. g.* 含菌寒天片接種	−	−	−	−

〔註〕調査は3月7日及び3月29日に行つた。

(2) 両菌の病斑進展に對する氷点下温度の影響

前項で両菌の培養基上の生育に対する温度の影響を述べたが，ここでは両菌による小麦病斑の進展に対する温度の影響について述べる。これらの実験では葉を切断しその切断部に寒天片をつけることにより接種し病斑伸長を比較した。以下にのべる実験はすべて暗黒の状態で行われた。

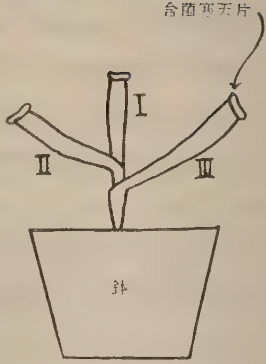
實験（26）1949年1月24日〜4月5日

目的　*T. incarnata* と *S. graminearum* の病斑進展に対する氷点下温度の影響を検した。

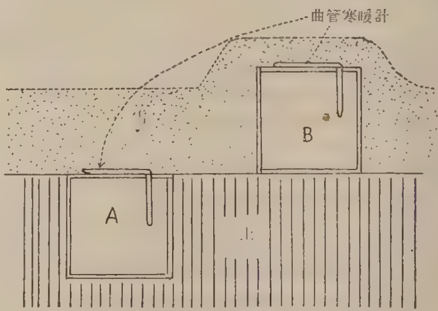
実験法　鉢植の麦の葉を中央部で切断し，その切断部に含菌寒天片をつけ所定の温度に置

き，その病斑長を測定した。接種法は第26図に示した。

供試麦としては圃場の「ドーソン1号」を晩秋に鉢に移植，その後室内に置いたものを用いた。第58表のⅠ，Ⅱ，Ⅲは各々連続葉序でⅠが最も若くⅡ，Ⅲはこれに次ぐ（第26図参照)。接種植物を氷点下に保つために次のように装置した箱に入れた。戸外に箱を置き，一方は土中に埋め，他方は地表面に置き，各々雪で覆つた（第27図参照)。B箱は雪を調節して常に箱上約20 cmを保つごとくした。A箱では0.25～0.5°Cで3月に入つてからは0.7～1°Cとなつた。B箱では1月中は −0.1～−0.7°C, 2月中0～−0.7°C, 3月中は25日までは0～−1.0°C，その後は0°Cを続けた。3月25日以前に0°Cに上つた日数が4日あつたが雪によつて外熱を遮断されていたから凍結を融かすには至らなかつたと思われる。かつこの温度は日中の温度であるから夜間は相当に低下したものと思われる。なおB箱内の小麦が過冷却を続け，そのために不凍結葉と凍結葉がまちまちに起つて結果の混乱する場合のあることを恐れ，接種後2日目に気温氷点下であることを確かめて降雪中に箱の蓋を開き，葉に少々の雪片を落させて誘氷せしめた。したがつて葉の細胞間隙はこの温度で凍り得る範囲で凍つていたものと考える。このことは葉の外観により確かめられた。



第26図　葉の切断面に対する含菌寒天片接種法



第27図　実験(26)における低温を保つための装置

実験結果　結果は第58表に示した。*T. incarnata* は0°C区の方が凍結区に較べ病斑長大であり，全葉腐敗したものも0°Cの方に多かつた。これに反して *S. graminearum* は0°C区ではすべて病斑は停止型で全葉腐敗したものは全く見られず，凍結区では進展型を示すものが見られ，かつ全葉腐敗したものも見られた。

この病斑の進展型と停止型が顕著に異なることは *S. graminearum* の特徴であつて，進展型の場合には表面菌絲が多量に生じ，どんどん病斑が進み，停止型の場合には病斑は濃厚な褐色，または黒色を呈し，表面に菌糸がほとんどない。時期が進み葉が衰弱すると水浸状部が病斑に

第58表　鉢植えのままの麦葉の病斑進展に対する温度の影響

菌の種類	葉序	項目	融解状態	凍結状態
S. graminearum	I	調査葉数	6	5
		病斑長 (mm)	7.5	6.7
		全葉腐敗葉 (%)	0	0
		進展性 (%)	0	20
	II	調査葉数	9	5
		病斑長 (mm)	10.9	2.6
		全葉腐敗葉 (%)	0	0
		進展性 (%)	0	0
	III	調査葉数	7	4
		病斑長 (mm)	15.5	13.5
		全葉腐敗葉 (%)	0	25
		進展性 (%)	0	50
T. incarnata	I	調査葉数	4	4
		病斑長 (mm)	22.2	19.2
		全葉腐敗葉 (%)	25	0
	II	調査葉数	4	4
		病斑長 (mm)	—	17.6
		全葉腐敗葉 (%)	100	25
	III	調査葉数	4	3
		病斑長 (mm)	24.0	27.0
		全葉腐敗葉 (%)	50	33

接して現われ徐々に拡大するが，この拡大は非常に遅い。

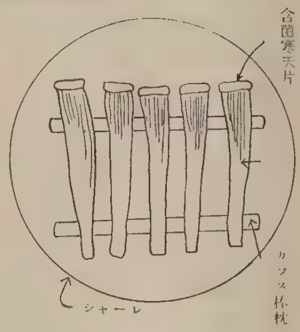
實　驗　(27)　1950年2月18日～3月27日

目　　的　前実験と同じ。

実 験 法　供試麦は9月24日に秋播小麦「ドーソン1号」をワグネルポットに播種して戸外に置き，これを12月中旬，0°C の半地下暗黒小室内に移し2月18日に取り出して実験に供した。

接種法並びに処置としては，主茎の連続葉序の各葉を切り取り，その中央部を切断し，切断面に含菌寒天片をつけ，湿つた濾紙を敷いたシャーレのガラス棒の上に並べた（第28図参照)。このシャーレを接種後直ちに処定の温度の各箱内に置いた。凍結区では葉片が充分冷却した後に氷を各葉に附着せしめ過冷却を破り，葉面上の水滴，細胞間隙などが，その温度で可能な範

囲において凍結するようにした。この凍結は外観により判断できる。測定時にはこの凍結葉は徐々に低温で融解せしめたのち病斑長を測定した。これらの葉は外観によつて判断するに非常な長期間に亘つて不凍結，凍結の如何によらず，新鮮な膨圧を保ち生きていると考えられ，また葉鞘細胞の原形質分離によつてもこのことは確かめられる。



第28図　麦葉の切断部に菌を接種せるところを示す図

供試菌は *T. incarnata* 10 日目の培養（馬鈴薯葡萄糖寒天）のもの及び *S. graminearum* 11 日目の培養（通常のものの 2.5 倍濃度の馬鈴薯葡萄糖寒天）のものを用いた。

−1.7°C 区は 2 重の箱の周りを 食塩混合雪で覆つて，中に曲管寒暖計を入れ，外部より温度を読めるようにした。温度は −0.8〜 −3.2°C で全測定値の

第59表　切り離した葉における病斑伸長に対する低温の影響

菌の種類	葉序	項目	0.5°C区 24日目	0.5°C区 37日目	−1.7°C 37日目	−4.8°C 37日目
T. incarnata	I	調査葉数	5	5	8	4
		病斑長平均 (mm)	3.3	6.3	2.8	0
	II	調査葉数	5	—	8	5
		病斑長平均 (mm)	3.7	—	4.2	0
	III	調査葉数	3	—	5	4
		病斑長平均 (mm)	7.1	—	7.6	0
S. graminearum	I	調査葉数	5	5	10	5
		病斑長平均 (mm)	16.5	18.0	—	3.2
		全葉腐敗葉 (%)*	20	40	100	0
		進展性 (%)*	80	80	100	100
	II	調査葉数	5	5	10	5
		病斑長平均 (mm)	21.0	—	—	6.5
		全葉腐敗葉 (%)*	0	80	100	0
		進展性 (%)*	80	80	100	80
	III	調査葉数	—	—	3	—
		病斑長平均 (mm)	—	—	—	—
		全葉腐敗葉 (%)*	—	—	100	—
		進展性 (%)*	—	—	100	—

〔註〕 * この%は全接種葉数中，全葉腐敗葉及び進展性葉が何枚あるかを示す。病斑長平均はこの全葉腐敗葉を除いた葉の病斑長を示す。

平均は −1.7°C であつた。

−4.8°C 区は 3 重の木箱の各層に食塩混合の雪を入れて，最内部は −5°C を保つごとく努め，中に自記寒暖計を入れ，曲管寒暖計で内部の温度が読めるようにした。温度は −5.7～−4.0 平均 −4.8°C であつた。

0.5°C 区は大型冷蔵庫内の小箱の上部及びその四周を雪で覆い，下部のみは直接冷蔵庫の床面に接触せしめたもので，温度は実験期間中 0.5°C の恒温を示した。

実験結果 −4.8°C 区では融解したのち調査を行つたが，*T. incarnata*, *S. graminearum* 接種区ともに切断部に近い部分は凍結のために起つた透明部が融解後も所々小点となつて残つた。*T. incarnata* 接種の場合接種寒天から全く菌糸の出た形跡がなく，また葉片上にも全く菌糸が見られず，−4.8°C では全く病斑をつくることができないと思われる。これに反して *S. graminearum* では葉片上に菌糸が見られ，かつ腐敗が認められる。即ち *S. graminearum* は −4.8°C で病斑を形成することができる。*T. incarnata* では −1.7°C 区よりも 0.5°C 区において病斑伸長が良いが，*S. graminearum* では −1.7°C で最も病斑進展激しく，葉序の如何を問わず，すべて全葉腐敗した。0.5°C 区では病斑進展は −1.7°C に較べ明らかに劣つた（第 59 表参照）。

實驗 (28) 1950 年 3 月 1 日～3 月 25 日

目　　的 *S. graminearum* が 0°C よりもかえつて凍結環境で病斑進展が良好であるという事実を更に確かめるために，鉢に植えたままの小麦の葉の切断部に菌を接種して低温の影響をしらべた。

実験法 1 月 23 日に秋播小麦「小麦農林 62 号」を硫酸アンモニア 1 g を与えて素焼鉢に播種し室内で育て 3 月 1 日接種した。実験時には 2 葉を生じていた。

接種法は実験(26)（第 26 図）と同様で，接種後直ちに所定の温度に置いた。第 1 温度区は暖房装置のない建物のコンクリート床上の箱で，その上を食塩混合の雪で覆つた。3 月 1 日から 4 日までは −0.5～−0.7°C，3 月 5 日より 3 月 25 日の間は −2.1～−3.5°C，全測定値平均 −2.8°C であつた。第 2 温度区は半地下の完全に雪で覆つた小室の中で 0.3～0.5°C 平均 0.4°C であつた。第 3 温度区は室内の冷蔵庫内 5～7°C であつた。

湿度は −2.8°C 区を除き他の区は飽和と認められた。

供試菌は *S. graminearum* 22 日目の馬鈴薯葡萄糖寒天上の培養のものを用いた。

実験結果 結果は第 60 表に示した。約 6°C では菌接着部附近が変色するがそのまま停止し病斑は進展しない。0.4°C では接種葉の約半数はその病斑が停止型で進展しない。−2.8°C 区で

第60表　鉢植のままの麦葉における *S. graminearum* 病斑伸長に対する温度の影響

温度	葉序	項目	鉢の1	鉢の2	鉢の3
+6°C 区	I	調査葉数	8	8	—
		病斑長 (mm)	±	±	—
		進展性 (%)	0	0	—
	II	調査葉数	8	9	—
		病斑長 (mm)	0.6	0.4	—
		進展性 (%)	0	0	—
+0.4°C 区	I	調査葉数	9	10	—
		病斑長 (mm)	6.1	5.9	—
		進展性 (%)	33.3	40.0	—
	II	調査葉数	9	10	—
		病斑長 (mm)	9.8	8.5	—
		進展性 (%)	66.7	40.0	—
−2.8°C 区	I	調査葉数	5	9	11
		病斑長 (mm)	4.7	7.8	4.8
		進展性 (%)	100.0	100.0	100.0
	II	調査葉数	3	9	11
		病斑長 (mm)	10.0	9.3	7.5
		進展性 (%)	100.0	100.0	100.0

〔註〕 鉢の1，2，3は各々各温度に共通している訳ではなく，ただ反覆を現わすために便宜的に用いた。

は接種全葉が進展性である。

實　驗　(29)　1949年1月9日～2月28日

目　　的　氷点下における *S. graminearum* の病斑進展をしらべた。

実 験 法　実験(27)(第28図) と同様，切り離した葉の切断部に *S. graminearum* 含菌寒天片をつけて，後直ちに所定の温度に置いた。一定時間後病斑長を測定して比較した。また強寄主植物のIIの一部は9日間0°Cに置いて後凍結状態に移した。

9月24日ワグネルポットに植えた秋播小麦「ドーソン1号」を根雪後半地下小室内の暗所(0.3～0.5°C)に置いたもの（強寄主と呼ぶ）及び同じ麦を部屋に置いて弱々しい新葉を形成したもの（弱寄主と呼ぶ）を用いた。強寄主は強剛な自然状態と同様な葉であり，弱寄主は弱々しい細い葉である。葉片は約3cmのものを用いた。

供試菌には *S. graminearum* 馬鈴薯葡萄糖寒天27日目の培養を用い1月9日に接種した。

0.5°C 区は実験 (27) と同じ装置の中に入れ，凍結区は暖房装置のない別棟の部屋のコンクリート床上の箱の中に入れた。この箱を雪で覆つて曲管寒暖計で外部から毎日温度を測定した。温度は −0.1〜 −1.5°C，総観測値平均 −0.73°C であつた。この区では各葉に氷の小片を附着せしめ誘氷し過冷却を破つた。

実験結果 0.5°C 区ではすべての場合に *S. graminearum* の病斑は進展性をもたず，ただ濃厚に褐色に着色して表面菌糸ほとんどなく，日を経過すると病斑部に接して透明部が現われ徐々に拡大する。これに反して凍結区では表面菌糸があり，急激に進展してついに全葉を腐敗せし

第 61 表 実験 29 の供試葉葉色

温度		0.5°C 区						凍結区						0°C 9 日間後凍結
寄主強弱		強寄主			弱寄主			強寄主			弱寄主			強寄主
葉序		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	II
葉色	39日目	G	G	G	G	GY	GYY	—	—	—	—	—	—	—
	50日目	GGY	GGY	GYY	G	GY	YY	—	G	G	GG	G	G	GG

〔註〕 G 緑色，GGY 少しく褪色した緑色，GY 緑黄色，GYY やや緑色を帯びた黄色，YY 黄色。

第 62 表 切り離した葉における *S. graminearum* の病斑進展に対する温度の影響

温度	接種植物の強弱	葉序	調査数	進展性病斑 (%)	病斑長 14日目	23日目	39日目	50日目
0.5°C 区	強寄主	I	5	0	±	±	±	±
		II	4	0	±	±	±	±
		III	3	0	±	±	±	±
	弱寄主	I	2	0	±	±	±	±
		II	2	0	±	±	±	±
		III	1	0	±	±	±	±
凍結区	強寄主	I	—	—	—	—	—	—
		II	2	100	0.9	4.8	25.0	全葉腐敗
		III	2	50	2.2	5.0	18.0	全葉腐敗
	弱寄主	I	2	50	2.0	7.0	20.5	全葉腐敗
		II	2	0	±	±	±	±
		III	2	0	±	±	±	±
接種後 9 日間 0.5°C 区後凍結区	強寄主	II	4	0	±	±	±	±

〔註〕 ±は極めて僅かに病斑のあるもの。

める。9 日間 0.5°C に保つたものを後に凍結区へ移しても進展性とはならなかつた。第 61 表に供試葉の葉色，第 62 表に病斑長及びその状態を示した。

實驗 (30) 1950 年 2 月 11 日～3 月 27 日

目的 切り離した葉片の切断部に *S. graminearum* 及び *T. incarnata* を接種し，その後の病斑進展に対する温度の影響をしらべ，かつ高温にしばらく置いた接種葉がその後凍結状態に移した場合病斑が進展するかどうかをしらべた。

実験法 供試麦 9 月 24 日に秋播小麦「ドーソン1号」をワグネルポットに播種し，戸外に置いた。これを 12 月中旬，半地下約 0°C の暗黒小室内に貯蔵した。2 月 11 日この主茎の連続葉序老，中，若葉を切り取り，その切断面に含菌寒天片を附着せしめ，湿つた濾紙で湿度を保つたシャーレ内に入れた（第 28 図参照）。接種後直ちに所定の温度に置いた。一部のシャーレは初め 4 日間 5°C 区に置いて後 −1.7°C 区に移した。

供試菌は *T. incarnata* 馬鈴薯葡萄糖寒天 16 日目の培養のもの及び *S. graminearum* 馬鈴薯葡萄糖寒天 19 日目の培養のものである。

−1.7°C 区及び，0.5°C 区は実験 27 と同様である。5°C 区は室内冷蔵庫で 5～6°C を保つた。−1.7°C 区では各葉片に氷の小片を附着せしめ過冷却を破つた。

実験結果 第 63 表に示したように *T. incarnata* は 5°C 附近の温度で最も病斑伸長速やく，それより低温になると病斑伸長が遅い。これに反し *S. graminearum* では 5°C 附近，0.5°C 区では供試葉はすべて病斑伸長を停止し，−1.7°C 区でのみ病斑は進展性であつた。接種後 4 日

第 63 表 切り離した葉における両菌病斑進展に対する温度の影響

菌の種類	葉序	項目	+5°C 14 日目	+0.5°C 区 14 日目	+0.5°C 区 44 日目	−1.7°C 44 日目	4日間+5°C 後 − 1.7°C 44 日目
T. incarnata	I	調査葉数	4	5	5	4	3
		病斑長平均 (mm)	13.9	1.2	7.7	8.5	7.1
	II	調査葉数	3	4	4	5	3
		病斑長平均 (mm)	7.8	1.9	8.7	7.2	6.7
S. graminearum	I	調査葉数	5	5	4	5	5
		病斑長平均 (mm)	2.5	0.4	0.7	2.9	0.4
		進展性 (%)	0	0	0	60	0
	II	調査葉数	5	5	5	6	4
		病斑長平均 (mm)	4.3	0.9	1.2	3.4	2.4
		進展性 (%)	0	0	0	33	0

間 5°C 附近の温度に置いたのち −1.7°C 区に移した場合は病斑はすでに進展性を失つていた。この表で病斑長は 5°C 区で割に大きく現われているが，これは衰弱による病斑附近の透明部（中毒部分とも考えられる）を測定の中に入れたためで，なお長く放置すれば進展性病斑との間に大きな差が現われるものである。

以上の実験を通じて *Typhula* は氷点下におけるよりは 0°C で病斑の進展が速かであり，*S. graminearum* は逆に氷点下（凍結状態）の方が病斑進展速やかで，0°C では病斑が停止する傾向が強くなることが認められる。この *S. graminearum* の高温での病斑の進展停止は 0°C あるいは 5°C 附近に数日間置いただけでも起るようである。5°C 附近での *Typhula* の病斑伸長は，抵抗性の項で述べるごとく，0°C におけるより大であるが，これは植物の衰弱が 0°C でより 5°C の方が大きなためであつて，未衰弱時の寄主の *Typhula* に対する抵抗性は必ずしも高温の方が弱いとはいえないようである。

第3項 女満別から札幌に移植した麦に於ける大粒菌核病の発病状況と雪下の凍結状態の関係

第2節で土壌が凍結していない状態（0°C）では *S. graminearum* が発生しないと述べたが，すでに *S. graminearum* の侵入を受けた麦でも土壌が融解している状態では，その発病を抑止されることが期待される。これを確かめるために次の実験を試みた。

實　験　(31)　1947年～1948年冬季間

実　験　法　女満別試験地圃場の秋播小麦「小麦農林62号」を11月29日女満別より運び，12月1日に琴似町北海道農業試験場圃場（土壌融解地帯，即ち土壌凍結期間短い地帯）の馬鈴薯跡地に移植し，2区に分ち1区は箱で覆つて直接雪が麦に触れぬようにし，1区は自然のまま放置して雪が直接麦を土壌面に押しつけるにまかせた。本実験では温度並びに凍結状態の調査を行わなかつたが，直接雪下に圧伏された区では明らかに土壌は融解していた。融雪後4月7日調査を行つた。

第64表　晩秋，女満別より札幌に移植した麦の *S. graminearum* 発生と雪下条件の関係

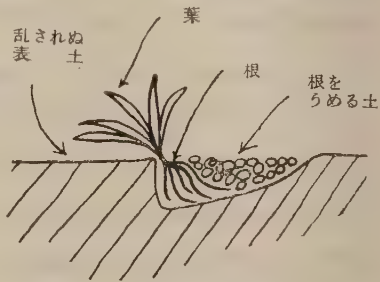
処　　理	積雪下直接圧伏区	積雪下，箱被覆区
総　株　数	50	54
S. graminearum 菌核附着株（%）	0.0	37.0
Typhula のみ附着している株（%）	50.0	9.2
菌核のついていない株（%）	50.0	58.0

実験結果　葉が直接土壌面に押しつけられるこ

となく，空間に遊離していた箱内の麦は 37 %が *S. graminearum* によつて腐敗したのに対して，直接雪下に押しつけられたものでは *S. graminearum* の発病は皆無であつた。このことから融解した土壌（琴似町における自然状態のもの）に押しつけられた場合には，すでに *S. graminearum* の侵入を受けた麦（少なくもそのまま放置すれば発病するはずの麦）でも，その発病を抑止せられることを知る（第 64 表参照）。

實　驗　(32)　1949 年～1950 年冬季間

実験法　女満別に罹病性秋播小麦「小麦農林 62 号」を植えて置き，この麦を晩秋琴似町，農業試験場圃場に持つて来て，あらかじめ初秋に整地して周囲に *Typhula* を発生せしめた畑に移植した。これらの移植麦は 2 区に分けて，各々木箱で覆い，その一方は積雪量を 20 cm に保ち，他は箱上 1 m 以上を保つた。20 cm を保つた区は土壌が凍結し，1 m 以上の積雪量の区は土壌は融解していた。これらの箱内の麦は各々 2 区に分け，一方はそのまま葉を空間に遊離せしめ，他方はガラス板で土壌面に密着せしめ，そのガラス板の上に小石を置いて押えつけた。葉を接着せしめる土壌面ができる限り自然の状態であるために，移植する際札幌の移植用土壌表面を乱すことのないように一部分を掘り取り，そこに根を入れて別の土で根を押え，葉をガラスでおさえる際は，葉を土壌面を乱さなかつた側の土壌面に密着せしめるようにした（第 29 図参照）。



第 29 図　実験 (32) における移植法

供試麦は女満別麦類試験地圃場に秋播小麦「小麦農林 62 号」を 9 月 20 日に播種したもので，肥料は罹病し易くするため燐酸を減量し，硫酸アンモニア 6 貫，過燐酸石灰 3 貫，加里 1.2 貫（反当）とした。これらの麦は 2 回にわたつて移植した。即ち 11 月 26 日及び 12 月 10 日であつた。各移植時期別に各々上述の試験区をつくつた。

各箱の内部に曲管寒暖計の先端を入れ，目盛部は外部に出し読めるようにした。温度は毎日午前 10 時頃に測定した。第 1 期移植区も第 2 期移植区も共に凍結区は最低 −2.5°C で，氷点上に昇つた日数は 109 日の実験期間中 11 日であつた。土壌は常に凍結していた。土壌融解区では 12 月 21 日（12 日目）までは凍結していたが，その後融解した。温度は 0.5°C の恒温を続けた。

第65表 そのまま放置すれば *S. graminearum* によつて発病するはずの麦の発病抑止に関する実験結果

移植時期	項目		無凍結 葉遊離	無凍結 葉土壌密着	凍結 葉遊離	凍結 葉土壌密着
第1期移植区 (11月26日移植)	総株数		47	48	40	37
	S. graminearum 附着株 (%)		2.1	0.0	5.0	18.9
	Typhula 附着株 (%)		46.8	25.0	5.0	32.4
	無菌株 (%)		51.1	75.0	90.0	48.6
	被害程度	完全枯死株 (%)	2.1	2.1	0.0	5.4
		大被害株 (%)	2.1	14.6	7.5	5.4
		中被害株 (%)	2.1	35.4	12.5	21.6
		小被害株 (%)	93.6	47.9	80.0	67.6
第2期移植区 (12月10日移植)	総株数		14	15	11	15
	S. graminearum 附着株 (%)		35.7	13.3	63.6	40.0
	Typhula 附着株 (%)		35.7	60.0	0.0	13.3
	無菌株 (%)		28.5	26.6	36.4	46.7
	被害程度	完全枯死株 (%)	7.1	0.0	0.0	0.0
		大被害株 (%)	21.4	21.4	9.1	13.3
		中被害株 (%)	14.3	42.8	36.3	53.3
		小被害株 (%)	57.1	35.7	54.5	33.3

実験結果 調査は3月28日に行つた。結果は第65表に示した。*S. graminearum* は移植期の早い方が被害少なく，移植期が遅いと被害が大となる。凍結区と無凍結区を比較すると移植期の如何に拘らず，凍結区の方が *S. graminearum* の被害が大である。また土壌に葉を密着させたものでは葉を遊離させたものより *S. graminearum* の被害が少ないように見える。これらの結果から葉を無凍結の土壌面に密着させると *S. graminearum* の発病が抑止せられると結論される。

以上の2実験から，いつたん侵入を受けた麦（あるいはそのまま置けば発病するはずの麦）も，それを無凍結土壌に接触せしめれば，発病しないことが認められる。また葉を土壌に密着させなくても無凍結の場合は発病が減少する。

第4項 論　　議

土壌凍結期間の長短が何故両菌の発生を支配するかを考える場合問題を次のように分析することができる。

(1) *Typhula* は土壌融解地帯に発生することができる。

(2) *Typhula* は土壌凍結地帯に発生することができない。

(3) *S. graminearum* は土壌凍結地帯に発生することができる。

(4) *S. graminearum* は土壌融解地帯に発生することができない。

Typhula 属菌は根雪後積雪下において，土壌中の菌及び一部葉上にあつた菌から侵害を受けるものであり，*S. graminearum* は積雪下で土壌面から麦に移行することはない。このことを前提とすれば上に挙げた1及び2の項目は土壌接種に対する凍結の影響に関する実験（第4節，第2項，(1)）から明らかであり，*Typhula* は土壌融解地帯にだけ発生し，凍結長きにわたる地帯では発生しないことが理解できる。第3の項目もすでに疑問の余地がない。問題となるのは *S. graminearum* が土壌融解地帯に発生し得ない理由である。この場合，(a) *S. graminearum* の麦侵入は両地帯で同様に起りうるが，積雪下で発病の有無がきまるのか，それとも (b) 根雪が積る前にすでにその発病有無がきまつているのかが先ず問題となる。このうち (a) の場合があることは第3項から明らかであり，そのまま置けば発病するはずの麦も，移植して積雪下の融解した土壌環境に置けば発病することができない。病斑伸長に対する氷点下温度の影響に関する実験（第4節，第2項(2)）から，葉の *S. graminearum* 病斑伸長は凍結環境では旺盛であるが，0°C 附近ではその病斑伸長が停止する傾向が強いことが知られた。故に土壌融解した場合，その土に接した葉で *S. graminearum* の発病がないことは当然期待される。ここで問題となるのは何故 *S. graminearum* による病斑の伸長が凍結状態では良く，0°C 以上で良くないのかということである。菌の成長が 0°C 以上の場合よりも氷点下の方が良いためではないかとの想像は，両菌の成長に対する温度の影響に関する実験（本節第1項の(4)）によつて否定される。即ち菌の成長は氷点下であるよりも 0°C 以上での方がかえつて良いのである。この場合最も妥当と考えられる説明は菌に対する凍結の影響である。凍結と菌の発育に関する実験（本節第1項(5)）から，*S. graminearum* の成長は同一温度では著しい低温でない限り，凍結した環境の方が融解した場合よりかえつて良好であることが知られた。また寒天培養基の濃度が高い方が発育が良いことがわかる（本節第1項(6)の実験）。即ち *S. graminearum* は水分の多い状態では発育が不良である。そのため水分の多い状態では菌の力が弱まり，麦の抵抗性は相対的に強く現われ，発病が抑制せられると考えられる。氷点下での麦自体の抵抗性の低下が考えられるが，現在のところ，それを証明する事実は知られていない。

土壌融解地帯で *S. graminearum* の発病が抑止されるもう一つの理由として，*S. graminearum* と *Typhula* の拮抗作用があげられる（第1項(8)の実験）。*Typhula* が土壌融解地帯の麦葉上で旺盛な発育をすれば，*S. graminearum* の発病は抑制せられるであろう。

次に前述の(b)の場合，即ち晩秋の気象状況で *S. graminearum* の分布が左右されるかという問題について考えて見る。少なくも網走地方では晩秋の凍結は札幌附近より速やかに来て，かつ昼夜の寒暖の差が激しいから（第2節，第1項(2)）麦は凍害を受け易く，このことが *S. graminearum* の侵入を容易にするもと考えられる。またこの寒暖の差によつて小麦の抵抗性が低下することも想像される。またこのような網走地方の気象環境で *S. graminearum* の子実体形成が早く，かつ旺盛であることは実際に確かめることができた。即ち *S. graminearum* が多量に発生する地帯では種々の環境が *S. graminearum* 発生に有利に働くことが考えられる。このことは生物の適応あるいは淘汰という現象を考えれば当然期待せられるところであろう。

以上に述べた雪腐病原菌の分布についての結論をとりまとめると次のようになるであろう。

(1) 環境因子は病原菌にだけ影響して，その結果分布がきまるのではなく，寄主―寄生菌相互作用に影響することによつて分布に影響する。

(2) 環境因子は当該病原菌に影響すると同時に諸微生物間の拮抗作用に影響を与えることによつて分布を支配する。

(3) 生物の適応あるいは淘汰の現象により，ある植物病原菌がある地帯に分布する場合，その地帯の一つの要因のみがその病原菌に都合が良いのではなく，多くの要因がその病原菌に都合が良いようになつているであろう。

以上の論議の材料となつた諸実験は主に *T. incarnata* であり，時に *T. ishikariensis* を用いたに過ぎない。しかし *S. graminearum* と *Typhula* の分布の場合に *T. incarnata* も *T. ishikariensis* も同じように行動することから見れば，*T. incarnata* の生理学的性質による論議は *T. ishikariensis* の分布にもあてはまると考えられる。

第5節　日本における麦類雪腐病病原菌類の分布とその分布を支配する条件

第1項　日本における分布

日本における麦類雪腐病菌の分布について研究せられたものとしては松尾(1944)，岩切(1949，1950)，平井・吉田・佐藤・八角(1950)などがある。これらの研究に筆者の研究結果を綜合して考察すれば日本における雪腐病菌の分布は次のようになるであろう。

(1) *Sclerotinia graminearum* Elen. 本菌は北海道のオホーツク海，太平洋海面地帯の少雪地帯に分布する。この地帯での雪の少ない年の被害はほとんどすべてこの菌による。北海道で

はこれらの地帯以外にも *S. graminearum* は皆無ではないが，通常は圃場を詳細に調査してようやく数葉あるいは数茎がこれらに侵されているのを見る程度である。北海道以外では青森県農事試験場員により黒石村で発見されたことが平井等(1950)により報告せられている。

(2) *Typhala* 属菌 北海道の多雪地帯から島根県まで分布する。北海道では日本海面地帯，内陸地帯，道南部地帯の雪腐病はほとんどこの菌による。東北地方では平井等によれば全体としては約6割がこの菌による被害であり，太平洋岸地帯は特に *Typhula* が多いという。また北陸では東北部には *Typhula* が分布するという。北海道では *T. incarnata* と *T. ishikariensis* の2種が認められるが最近東北地方でも *T. ishikariensis* の発生が認められた。

(3) *Fusarium nivale* (Fr.) Ces. 北海道から北陸の山間部にかけて広く分布する。特に東北地方の山間部，北陸地方の山間地帯特に火山灰土のような排水佳良の圃場では *Fusarium* の発生が多いという。

(4) *Pythium* sp. 北海道では，この菌による甚しい被害は認められたことがない。東北地方から京都府の平坦地を中心に山間地帯まで分布する。北陸地方では西南部の平坦地特に重粘土で排水不良の圃場に *Pythium* が多いという。

第2項 各菌の発生を支配する要因

岩切(1946)は畦の高低と各菌の発生状況を調査し，*Fusarium* は低畦(1寸)，半高畦(5寸)でほとんど大差なく，高畦で被害やや多く，*Pythium* は高畦になるにつれて被害減少し，*Typhula* は低畦で被害やや少なく，半高畦で最大で，高畦ではほとんど被害が見られないと述べた。また同氏(1950)は *Pythinm* と *Fusarium* の発生については麦の栄養状態が深い関係をもち，播種期が早いとか，施用窒素が少ないとかで根雪前に窒素欠乏に傾く場合に *Pythium* に罹病し難く，紅色雪腐病はこのような状態で発生し易いとのべた。同氏はこれらの研究を通じて土壌水分が病原菌の分布に大きな関係を持つことを指摘した。筆者は前述諸項で *S. graminearum* と *Typhula* の分布決定条件を明らかにした。これらの観察を通じてなお将来分布決定条件について解明せらるべき幾多の問題を包蔵することが認められるが，現在までの諸知見によれば少なくも土壌水分が分布決定の重大要因であることは疑を入れない。即ち

(1) *Pythium* は融雪水の停滞するような条件の下に多発する。

(2) *Typhula*, *Fusarium* は停滞水が少ないか或いはほとんどない場合に多く発生する。

(3) *Sclerotinia* は積雪下の地温が低く，土壌の凍結が長期にわたる極度の乾燥状態で多発する。

第5章　*Typhula* 属菌及び *Sclerotinia graminearum* の生活史

第1節　*Typhula* 属菌の生活史

(1)　*T. incarnata* の小生子の4極性

實　驗　(33)　1945年秋季

T. incarnata の子実体の表面の胞子を単胞子分離した。このうち10分離系統を選び，各分離系統を他のすべての分離系統と交互に対峙せしめて培養した。その混合菌糸を検鏡した場合，第66表に示すように，その菌糸に Clamp connection が認められる場合と認められない場合がある。前者は接合が行われたものであり，後者は接合が行われないものである。第66表を整理すると，次の4組に分けることができる。

A 組：T_7

B 組：T_1，T_3，T_9，T_{10}

C 組：T_2，T_4，T_5，T_6

D 組：T_8

第66表　*T. incarnata* 単胞子分離系統間の対峙培養結果

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}
T_1	−									
T_2	−	−								
T_3	−	−	−							
T_4	−	−	−	−						
T_5	−	−	−	−	−					
T_6	−	−	−	−	−	−				
T_7	+	−	+	−	−	−	−			
T_8	−	+	−	+	+	+	−	−		
T_9	−	−	−	−	−	−	+	−	−	
T_{10}	−	−	−	−	−	−	+	−	−	−

〔註〕 1)　T_1～T_{10} は *T. incarnata* 単胞子の分離系統。

2)　＋は Clamp connection が菌糸に認められるものを示す。－はそれが認められないもの。

このAとBの間及びCとDの間でのみ接合が起る。この接合が起る場合は，両コロニー間の境界が消失し，接合しない場合にはいつまでも境界が認められる傾向がある。この接合した系統，接合しなかつたもの，子実体より分離したもの及び単胞子分離系統に生じた菌核を別々に土壌表面の木框内の殺菌土表面に播いて秋季発生する茸を調べた。そして第 67 表に示すごとき結果を得た。即ち単胞子系統は完全な子実体をつくることができない。その不完全な子実体の形状の1例を第30図に示した。色は桃色で透明な感じを持つ。大きさはおおむね高さ 0.3～0.4 cm，幅 0.25 cm 程度である。以上の諸事実から，*T. incarnata* は4極性をもつことが明らかである。既に NOBLE (1937) によつて *Typhula trifolii* ROSTR. が4 極性をもつことが示された。

第67表 *T. incarnata* 培養系統の性型とその発生子実体の形状

系統の区別 / 子実体の状態	単胞子分離系統	対峙接合	対峙不接合	子実体より分離せるもの
完全子実体	—	6	—	多数
不完全子実体	1	—	4*	—
不発芽	7	—	—	—

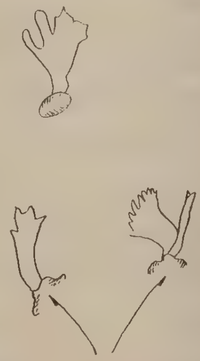
〔註〕 1) 数字は分離系統の数で一つの框に播いた菌核の集団を1と見た数字。

2) *1つの系統で1箇だけ完全子実体と見られるものあり，他は不完全なものを無数に生じた。

第4章第4節第1項(8)で示されたように単胞子系統はその生理的性質が異なつているように思われる。また病斑より分離した分離系統はほとんどが接合系であることから考えると，空中飛散胞子はどこかでその接合を行つている訳であるが，それが何時行われるか，またその接合がいかなる病理学的意義をもつかは現在不明であり，きわめて興味のある問題である。

(2) 茸の發生時期

琴似町北海道農業試験場の圃場での観察及び木框内に播種した菌核を発芽せしめて観察した結果から，発芽時期を推定して表示すると第68表のようになる。この5箇年の結果から見ると常に *T. incarnata* は *T. ishikariensis* より約半月早く発芽する。平井・佐藤・後藤・八角 (1949) は胞子採集器による胞子採集結果と茸の発生状況を調査して，一定の気温の範囲では降雨の後に茸の発生多く，また胞子の飛散大であるとした。また SPRAGUE & RAINEY (1950) は *T. Itoana*



第30図 *T. incarnata* 単性培養系統の子実体形態の1例

(*T. incarnata*) と *T. idahoensis* で圃場の上 3 ft. の高さ以内でその胞子の飛散が大であると報告している。

第68表 *T. incarnata* 及び *T. ishikariensis* の菌核発芽開始時期比較（琴似町）

菌の種類 ＼ 年次	昭和 21 年秋	同 22 年秋	同 23 年秋	同 24 年秋	同 25 年秋
T. incarnata	10 月 17 日	10 月 14 日	10 月 26 日	10 月 15 日	10 月 14 日
T. ishikariensis	11 月 10 日	—	11 月 10 日	11 月 4 日	11 月 3 日

(3) 小麦葉における本菌の直接侵入の有無

この問題を確かめるために次の実験及び調査を行つた。

(1) 1947 年秋根雪直後に 146 枚の葉片（約 3 cm の長さ）をアルコール及び昇汞アルコールで表面殺菌して分離しても全く *Typhula* を見なかつた。しかるに根雪後一定期間を過ぎたものでは *Typhula* の病斑のない葉はほとんどないほどの侵害を受ける。そして同一方法で分離可能である。もちろん，表皮組織内に浅く侵入した菌糸は表面殺菌で死ぬ可能性があるかも知れないが，しかし一応この実験結果は，根雪前には *Typhula* が植物体に侵入していないことを物語るように思われる。

(2) 雪下で箱などで覆うことにより葉が土壌面に密着することをさまたげると非常に発病が遅れ，かつ葉鞘を伝つて葉の先端にきてから始めて病気を起す径路を認めうる場合が多い。

(3) 水稲いもち病の場合の伊藤・坂本 (1940) の葉鞘接種の方法を用い，小麦葉鞘に *T. incarnata* 胞子を接種して一定時間後に顕微鏡観察を行つたが，胞子から発芽した菌糸は表面を蔓延するだけで，侵入する場合を認め得なかつた。ただ非常に麦が衰弱した場合始めてその菌糸が気孔から侵入するのを認めた。以上から考えれば少なくも *T. incarnata* の場合は胞子から直ちに小麦葉の健全組織内に侵入糸を出すことは疑わしい。Volk (1937) は同様に胞子による伝播を疑つている。しかし平井等 (1949) は *T. incarnata* の胞子からの穿入糸による直接侵入を認めたと述べているので，更に詳細な研究を行う必要がある。しかし上述の諸事実から見れば，もし健全組織に対する直接侵入があつたとしてもきわめて僅少であり，意義は少ないものであろう。以上述べたところを総合すれば，*Typhula* 属菌の胞子は衰弱老葉上に落下するとそこで多少繁殖し，衰弱による気孔の異常開口部あるいは傷から内部に侵入し，老葉に病斑をつくつたのち，若葉攻撃の基盤とする。この推定のうち老葉に関する部分，及び気孔の異常開口，傷などに関する部分の証明は第 6 章第 1 節で示す。いずれにせよ *Typhula* 属菌の寄主体侵入機構，胞子の意義はなお詳細な研究を要し，現在続行中である。

(4) *Typhula* 屬菌の土壌傳染

第 4 章，第 4 節，第 2 項 (1) に示したように，琴似町北海道農業試験場圃場の表面土の上に，無菌的 (*Typhula* に関して) に育てた小麦の葉を接着せしめると発病する。また殺菌土壌に *T. incarnata* または *T. ishikariensis* の含菌寒天片を置くと菌は土壌面を伝わり葉を腐敗せしめる (本章第 2 節 (3) 第 75 表)。これらの事実は圃場土が麦の腐敗を起させることができることを物語つている。しかし第 6 章，第 1 節，実験 (43) 第 79 表でも見られるように，圃場土にそのまま葉を接着した区は菌を接種した区に較べその発病が少ない。これは他の目的で行つた実験でもしばしば見られたところであるが，時に発病が見られないこともある。

以上述べたところから土中に菌が存在していることは明らかであるが，その程度にはいろいろの段階があるようである。次に問題となるのはその菌が，何処から来て，どのような状態で存在しているかという問題である。次の諸実験はこれを明らかにするために行つた。

實 驗 (34) 1949～'50 年冬季

目　　的　土壌面に落ちた *T. incarnata* の胞子が土壌中で繁殖して小麦に対する接種源となることがあるかどうかを確かめるためにこの実験を行つた。

実 験 法　1949 年夏季に琴似町北海道農業試験場圃場の道路 (植物のない場所) から土をとり，その土を蒸気殺菌区と無殺菌区に分けた。この殺菌は土中に含まれているかも知れない *Typhula* の菌核を殺す目的で行つた。しかし殺菌で他の微生物相も変化してしまうので，この実験の本来の目的が失われる。それを防ぐ目的で，晴天無風の日を選び，戸外でシャーレの蓋をとつて 1 時間放置して空中の微生物を入れるようにした。この処理を前後 3 回行つた他，圃場の土をコルベンの中の水に入れて，良く振盪したのちに，この泥水を化学用濾紙で濾して，その濾液を各シャーレの上に加えた。これらの処置は殺菌土及び無殺菌土の両方に対して同様に行つた。これら両区の土を更に 2 区に分けて，一方には水稲の乾燥藁を細切したもの (約 1 mm 平方) を加え，他方には何も加えなかつた。なおこの他に圃場土を消石灰で pH を調節して半年間湿潤に放置した土を用意した。これらの各区のシャーレに 11 月 24 日及び 12 月 15 日の両日 *T. incarnata* の胞子の懸濁液を撒布した。これを 0.5°C の冷蔵庫中に貯蔵して 1 月 12 日に無菌麦の葉を接着せしめた。

根雪開始後，12 月 14 日試験管に上端から約 1 cm のところまで殺菌土をつめたものに，ウスプルンで消毒した秋播小麦「ドーソン 1 号」を播いて温室に置いた。

接種法は試験管を横にして葉が丁度シャーレの土の上にのるようにし，その葉の上に殺菌ス

ライドグラスを載せておさえつけた。接種後は雪の下に置き0°Cに保ち，1950年3月27日に調査した。

実験結果 第69表に示したように，供試全葉がすべて罹病したのは，殺菌土(但し*T. incarnata*菌核を含まぬ微生物を添加)上に稲藁を加えたものに胞子を添加した区だけであつた。*T. incarnata*はその他pH 6.5の無殺菌土区及びpH 7.0の殺菌土区に発生したが，各々1シャーレ中の1葉を腐敗せしめたのみであつた。

第69表 *T. incarnata* 胞子を撒布した土壌による接種実験結果（小麦葉）

殺菌処理有無 / 供試土の種類並びに処理		無殺菌		殺菌（後 *Typhula* 以外の微生物添加）	
		供試シャーレ数	発病シャーレ数	供試シャーレ数	発病シャーレ数
無胞子撒布	圃場土	3	0	3	0
胞子撒布	圃場土	2	0	2	0
	圃場土＋稲藁片	2	0	2	2*
	pH. 5.7 土壌	2	0	3	0
	pH. 6.5 土壌	3	1**	3	0
	pH. 7.0 土壌	3	0	3	1**

〔註〕 * 供試全葉（計10枚）が罹病。

** 1シャーレ中の1葉が罹病したのみ。

この実験結果で稲藁切片を加えてから，胞子を与えても無殺菌土では小麦を侵すほど充分には，繁殖できないことを知る。即ち土中の微生物との拮抗作用が*Typhula*胞子の繁殖をとめるものであろう。また殺菌土区で充分な*Typhula*の繁殖があつたのは，殺菌後の微生物添加処理(*Typhula*を含まぬ)が不充分であつたか，あるいはその中に拮抗的な作用をもつ微生物が含まれていなかつたことによるものであろう。稲藁切片を加えなかつた区で僅かに罹病があつたが，無殺菌土区にあらかじめ圃場にあつた*T. incarnata*菌核が混入していたか，または土中に微小な有機物があつたためではないかと思われる。あるいはまた土中で僅かな場合ではあるが*T. incarnata*の胞子が繁殖して小麦攻撃の基盤をつくることもあり得ることを示しているのかも知れない。

實験 (35) 1950～'51年冬季

目的 前実験に引続き，無殺菌土面に落下した胞子がそのまま繁殖できるかどうか，繁殖するためにいかなる条件が必要かを調査するために行つた。

実験法 土の表面にあるかも知れない菌核を含まぬようにするために，草のない道路の表層を3層にわたつて剝取り，その下から土をとつてシャーレに入れた。この土のpHは6.4で

あつた。このシャーレの土を3区に分け，1区には小麦藁を 2mm 平方位に切つたものを表面に撒き，また他の区には定温器内で育て，全く黄化した小麦生葉を同様の大きさに切つて表面に撒いた。その他に標準区として何も撒かぬ区を用意した。これら計3区のシャーレ各区2箇宛に *T. incarnata* 胞子液を撒布した。

胞子液は *T. incarnata* の子実体を水中に入れたのち，ガーゼで濾してつくつた。この等量の胞子液を各区に撒布した。なお各区とも標準として胞子液を撒布しないものを 2 個宛用意した。これらのシャーレは胞子液撒布後 0°C を保つた。

供試麦は「ドーソン1号」で試験管内に高圧殺菌土を入れ，ウスプルン 1,000 倍液で1時間消毒した種子を 12 月 19 日（根雪後）に播き，3 葉になつたときに（下葉は黄化）供試した。各試験管の麦は 3 株である。この麦を 1 月 27 日に上述の土壌面に接着せしめた。その接着法は前実験と同じである。

実験結果　第 70 表に示したように，前実験と同様に，この無殺菌土表面では黄化した麦生葉を土表面に撒いた場合にのみ，発病が起つた。麦藁を撒いた場合1例に発病したことを考えれば，麦藁を撒いた場合にも稀には発病せしめ得ることも考えられる。しかし，麦生葉無撒布の場合1株の少部分に発病したことを考えれば，この場合は何か偶然の原因の混入によるのかも知れない。

第 70 表　*T. incarnata* 胞子撒布土壌による小麦葉接種実験

土表面に撒いた有機物	胞子撒布の有無	3月27日調査 a	3月27日調査 b	4月12日調査 a	4月12日調査 b
標準	無撒布	0	0	0	0
	撒布	0	0	0	0
麦藁	無撒布	0	0	0	0
	撒布	0	0	0	1
麦生葉	無撒布	0	0	0	1
	撒布	6	6	6	6

〔註〕 1) 数字は小麦の株数

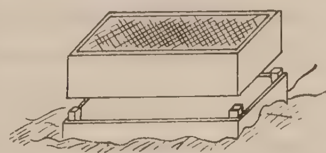
2) a, b はシャーレの反覆を示す。

實　驗（36）1950～'51 年冬季

目　的　前諸実験によつて *T. incarnata* の胞子は土壌そのものの上では，麦を攻撃できる程繁殖できないことが明らかとなつた。しかしこれらの実験では，土表面に胞子を撒いた後 0°C の暗黒状態に保つているが，実際圃場では胞子が土表面に落ちてからしばらくの間は凍結

していることが多く，そのために *Typhula* の胞子が拮抗的な作用を受けることなく貯蔵される可能性も考えられる。この点を明らかにするためにこの実験を行つた。即ち圃場の中に設けられた無菌核土壌に落ちた *Typhula incarnata* の胞子が小麦を侵す程に繁殖できるかどうかを調べた。

実験法 圃場で試験を行う場合は，風によつて飛散して来る種々の有機物，あるいは菌核の混入のために結果が混乱する恐れがあるので，地表に第31図のような金網箱を覆せて実験を行つた。箱の上面に真鋳の網（網目 0.5 mm）を張つた。下箱を琴似町北海道農業試験場圃場燕麦跡地にはめ込み，その中の土を取り出し，代りに良く篩つた土を半分入れ，その上に高圧殺菌土を約 7 cm 入れた。その上面は箱外の一般圃場の高さとした。10月5日に土を入れたが，その頃はまだ *Typhula* の茸は出ていない。以上の如くして，厚く自然土面を殺菌土で覆つた。この殺菌土は直接に自然土に接し，かつ網を通して雨水や空中の微生物が落下するので，晩秋までに自然土に近いものになると考えられる。この各箱を第71表に示すような12区に分けた。即ち



第31図 実験 (36) における網箱

第71表 圃場で胞子の自然被覆を受けた土壌（ただし菌核を含まず）による小麦葉に対する接種実験結果

試験区			発病の有（+）無（−） (A区)	(B区)
1) 無菌小麦を次の各区土壌表面に接着				
a)	10月25日	生葉切片を土面に撒布		
a′		ポプラ葉	−	−
a″		小麦葉	+ (*T. in.*)	+ (*T. in., T. is.*)
b)	10月25日	死葉片を土面撒布		
b′		ポプラ葉（加熱）	−	−
b″		小麦藁（但し無加熱）	−	−
c)	11月24日	生葉切片を土面に撒布		
c′		ポプラ葉	−	
c″		小麦葉	+ (*T. in.*)	
d)	11月24日	加熱殺菌葉片を土面撒布		
d′		ポプラ葉	−	+ (*T. in.*)*
d″		小麦藁（但し無加熱）	−	−
e) 葉から 3 cm の距離に *T. incarnata* 菌核			−	−
f) 葉から 10 cm の距離に *T. incarnata* 菌核			−	−
g) 葉片，菌核などを撒布しないそのままの土面（標準）			−	−
2) 試験区土壌に始めから生育した小麦をそのまま雪下に放置			−	−

〔註〕 * 僅少

第 2 区では 10 月 7 日その箱内の土の上にウスプルン 1,000 倍液 1 時間消毒「ドーソン 1 号」種子を撒いた。その他の区ではその箱内の土の表面に小麦を撒かずに，種々の処置を与えた。即ち葉片撒布区では，草や木の上に落ちた（土に触れていない)，いまだ所々緑色部分のあるポプラ落葉を一部はそのまま切片として撒き，一部は 100°C で殺菌乾燥せしめて切片として撒いた。また圃場の「ドーソン 1 号」の葉をそのまま細切片として撒き，また小麦の藁を切片として撒いた。同時に同様な土面に何も撒かぬ区を設けた。葉片の撒布は 10 月 25 日及び 11 月 24 日に行つた。11 月 26 日根雪開始。1 月 18 日に根雪の下から網箱を掘り出して，その地表面に試験管に撒いた無菌小麦葉を接着せしめた。この時同時に同様に箱で覆つてあつた何も撒かなかつた土壌面上に試験管の小麦葉を置き，その葉から 3 cm，10 cm の距離に *T. incarnata* 培養菌核を置いた。これらの麦葉は殺菌スライドグラスで圧えつけた。これらの処置を終つて直ちに粉雪を静かにこれらの各区の上にかけて，直接雪でおさえつけた。その上に多量の雪をかけて，春まで放置した。この処置を行つた日，箱内の土表面は軽く凍結していた。各試験区は 2 区制とし，各 1 区に 10 本の試験管小麦を接着せしめ，1 試験管 2 本植えであるから都合 20 株を接着せしめたことになる

供試麦は前実験と同様，高圧殺菌土を入れた試験管に 12 月 19 日にウスプルン 1,000 倍液で消毒した「ドーソン 1 号」種子を撒いた。調査は 4 月 12 日に行つた。

実験結果 第 71 表に結果を示した。この実験でも小麦生葉撒布区でのみ発病が起つた。小麦藁，ポプラ生葉，並びに殺菌葉撒布区では発病せず，ただポプラ殺菌葉 11 月 24 日撒布区の 1 区で少部分に発病が起つた。初めから網箱内で育てた小麦が全く発病しなかつたのは，10 月 17 日播種のため老葉がほとんどなく，また網箱内であつたために風害，虫害を受けていなかつたことによるであろう（老葉，傷などの病理的意義は第 6 章でのべる)。

以上に記した 3 実験及び第 57 表及び第 75 表，実験 (43) から *Typhula* の伝染径路として次の如き結論が与えられる。即ち殺菌をしない通常の圃場土そのものの上では *T. incarnata* の胞子は落下してもほとんど繁殖せず，土壌微生物のために拮抗的にその発育を抑制され，伝染源となり得る場合は非常に少ないように考えられる。したがつて胞子が土壌中に落下して繁殖するためには何か有機物を中間寄主として必要とするように想像されるが，この場合も死んだ有機物では他の土壌微生物の方が繁殖して拮抗的に抑制されるように考えられる。したがつて衰弱した植物または傷ついた植物が役立つように考えられる。圃場で実際にこれに該当するもの

は第一に麦類の老衰葉であり，また諸種の雑草或いは圃場に残つた前作の破片などであろう。その詳細は今後の研究にまたなければならない。このようにして胞子による伝播が行われるであろうが，同時に土中に含まれた菌核の伝染源としての意義がきわめて重大であろう。VOLK (1937) は圃場の中にエターニットの框を設け，その中に殺菌土をつめるとそこに植えた麦は，周りの麦が激しく *Typhula graminium* (*T. incarnata*) に侵されるにもかかわらず，罹病しなかつた事実から，胞子による伝播を疑つた。栗林・市川 (1951) は，*Typhula* に対する薬剤撒布法の効果を調べて土壌消毒が最も効果的であり，土壌消毒を伴なわぬ茎葉だけの薬剤撒布は効果が著しく劣ることを述べた。また中川 (1952) は菌核を地下1寸に埋没した場合は発病するが，それ以上深い場合は発病しないことを認めた。この埋没した菌核からは菌糸束が出る。これらの諸結果は筆者の上述の諸結果とよく一致するように思われる。

以上は *T. incarnata* の場合を主として述べたが，実験 (36) で *T. ishikariensis* が小麦生葉撒布区でのみ一部発生し，他に発生しなかつたこと及び第6章の雪下小麦腐敗の状況よりすれば，*T. ishikariensis* の場合にもあてはまるものであろう。これらについては現在なお研究を続行しつつある。

第2節　*Sclerotinia graminearum* の生活史

(1)　茸の發生時期

琴似町北海道農業試験場圃場，或いは札幌市内畑に木框を埋め，その中に *S. graminearum* の菌核（女満別試験地の小麦上のもの）を撒き，秋季毎日観察した。また女満別試験地圃場に木框を埋めた中に菌核を撒き，その発芽状況及び圃場の秋播小麦跡地の *S. graminearum* の発芽状況を観察して，その発芽初日を推定した。第72表から女満別では通常10月中旬に茸の発生が始まると見ることができる。しかしこれは発芽始めであり，次の項で判るように，その成長は比較的緩慢であるから，盛んに胞子を飛ばすのはもう少し後であろう。

第72表　*S. graminearum* 菌核の発芽時期

年次＼場所	札　幌	女 満 別
1947 年 秋	10 月 15 日	10 月 12 日
1948 年 秋	10 月 24 日	10 月 13 日
1949 年 秋	10 月 20 日	10 月　5 日

(2)　茸の成長過程

PUKHALSKI (1937) によれば菌核を湿つた綿の上にのせて 6°～8°C で発芽せしめることができたが，その休眠期として 4～5 箇月を要する。YAKOVLEV (1939) によれば，菌核は発芽するためには生理的成熟を要し，自然では太陽光線の働きによる。若いApothecia からとつた胞子

は水滴に入れると 30～40 時間を要し，成熟した Apothecia からのものは 20～24 時間で発芽する。SOLKINA (1939) によれば菌核を 7～10 箇月乾燥状態に置くと，不利益な影響があり，発芽しつつある菌核を 7～10 箇月気乾状態に置くと 2 箇月貯蔵しても，その後湿らすことにより続けて発芽する。

この茸の発芽状況を調べるために次の実験を行つた。

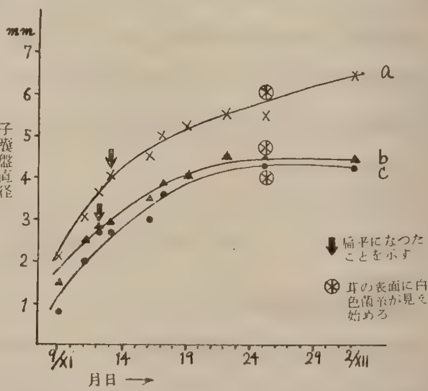
實 驗 (37)

目　的　菌核発芽時における茸展開状況を知るにある。

実 験 法　2 箇のシャーレに土を入れ，寒い火の気のない室の窓ぎわに置き，日中は窓を開けた。日中短時間太陽光線がシャーレにとどいて茸を照らす状況であつた。温度は最高最低寒暖計で測定し，第 74 表に示した。土の湿度を常に充分湿らせて，その上に 11 月 9 日に発芽し始めた菌核を並べた。茸の成長を数日おきに測定し，形を記載した。子嚢盤の測定は直径を測つた。菌核の数は 15 箇であつた。

第 73 表　実験 (37) の実験開始時と終了時の茸の形態

茸の記号	11月9日	12月2日
a		
b		
c		



第 32 図　*S. graminearum* 子実体子嚢盤の展開状況

第 74 表　実験 (37) における茸成長実験期間中の温度 (°C)

温度＼月日	11月10日	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
max.	9.0	9.0	4.0	4.5	6.5	5.0	5.5	4.5	3.0	5.0	2.0
min.	5.0	2.0	−1.0	3.0	3.0	1.0	1.5	1.5	0.0	−1.5	−2.5

温度＼月日	11月21日	22	23	24	25	26	27	28	29	30	12月1日	2
max.	5.5	3.5	6.0	4.5	2.5	2.0	2.5	5.0	4.5	3.4	5.0	3.5
min.	−1.5	0	3.0	0	0	0	−1.5	−1.0	−1.5	0.5	1.0	1.5

実験結果 3箇の茸を選びその成長状況を第32図に示した。この実験の始めと終りの茸の略図を第73表に示した。発芽子実体が，11月9日の形に達するまでに，既に相当な時間が経過するから，茸の成長には相当な時間を要することが判る。また子嚢盤が扁平になつてからもなお成長を続ける。この茸の形の成長のどの時期に胞子ができ始めるかを調べるために各形態の茸の一部を切りとつて胞子形成の有無を調べた。通常第33図のごとき形のもので子嚢盤の直径0.4～2 mm のものでは未だ胞子の形成は見られず，2 mm 以上では，なお彎曲していても既に胞子の形成が見られた。しかし 1 mm に達したものでも子嚢盤が相当展開しているものは既に胞子をもつていた



第33図 胞子形成有無をしらべた *S. graminearum* 子実体形

(3) *S. graminearum* の傳染徑路

S. graminearum の土壌接種が可能かどうかを確かめるために次の諸実験を行つた。

實 驗 (38) 1948～'49年冬季

目 的 *S. graminearum*, *T. incarnata*, *T. ishikariensis* を接種した無殺菌土に小麦葉を接着せしめた場合，伝染が起るかどうかを調べた。

実 験 法 菌核を含まない無殺菌土を得るために，夏に圃場の道路面から土をとり，消石灰で pH を 5.7, 6.5 及び 7.0 に調節し，そのまま1月まで湿潤状態で貯蔵して供試した。シャーレにこの土を入れ，小麦の葉をその上に密着させた。その葉に密着することなく近接（約2～3 *mm*）して上記3菌の含菌寒天片を置いた。

供試菌たる *S. graminearum*, *T. incarnata*, *T. ishikariensis* はともに馬鈴薯葡萄糖寒天12日目の培養のものである。

供試麦として試験管に土を入れ，その上に「ドーソン1号」を播いたものを用いた。

菌接種のシャーレは各区2箇宛，1シャーレに試験管2本，接種は1月17日，調査4月5日。

実験結果 第75表に示したように，*Typhula* 接種区は両種とも発病したが，*S. graminearum* 接種区は発病しなかつた。

第75表 pH の異なつた土壌による *S. graminearum*, *T. incarnata*, *T. ishikariensis* の土壌接種実験結果

土壌の pH	供 試 菌	発病の有(+)無(−)
pH 5.7	*T. incarnata*	+
	T. ishikariensis	+
	S. graminearum	−
pH 6.5	*T. incarnata*	+
	T. ishikariensis	+
	S. graminearum	−
pH 7.0	*T. incarnata*	+
	T. ishikariensis	+
	S. graminearum	−

實 驗 (39) 1948～'49年冬季

目　　的　第3章で述べたように，*S. graminearum* は積雪下土壌凍結長期にわたる地帯に発生する。故に凍結土壌では *S. graminearum* の土壌接種が可能かも知れぬと考えて凍結土壌による *S. graminearum* 土壌接種実験を行つた。

実 験 法　夏に圃場道路よりとつた土を殺菌区と無殺菌区に分けて，その両区を更に凍結区と不凍結区に分けて，その土壌表面に小麦の葉を接着させ，その葉に近接（約 2〜3 mm）して *S. graminearum* 含菌寒天片を土壌面に置いた。土の殺菌は 80〜90°C で行つた。供試麦は「ドーソン1号」で前実験同様試験管に植えたものである。この試験管を各区土壌に3本宛接着した。凍結区は，火気のない室内のコンクリート床の上にブリキ箱を置き，その中に入れその上に雪を置き，時々塩をかけて温度を下げ，曲管寒暖計で上から温度を測定できるようにした。温度は−0.1°〜−1.5°C で平均して約−1°C であつた。1月17日に接種を行い，23日にごく少量の雪を土壌面にかけて誘氷し，土壌凍結を起させた。無凍結区は，四囲を雪で覆つた箱内に入れて 0.5°C を保たしめた。供試菌は *S. graminearum* 馬鈴薯葡萄糖寒天12日目の培養，調査は4月9日。

実験結果　第76表に示されるように，凍結，無凍結に拘らず接種に成功しなかつた。

第76表　凍結土壌による *S. graminearum* 土壌接種実験結果

土壌凍結の有無	殺菌の有無	接種の有無	発病の有(+)無(−)
凍結区	殺菌土	接種	−
		無接種	−
	無殺菌土	接種	−
		無接種	−
無凍結区	殺菌土	接種	−
		無接種	−
	無殺菌土	接種	−
		無接種	−

實驗（40）1948〜'49年冬季

目　　的　上述諸実験はシャーレその他の小規模な土壌面による接種なので，積雪量を調節して凍結状態を保たすようにした札幌の圃場土壌面における *S. graminearum* 接種を試みた。

実 験 法　試験場の芝生中の葉を刈取つた土壌面に，圃場より小麦を移植し，その各株間に多数の培養菌核を撒いた。供試小麦は9月27日に播種した「小麦農林62号」で移植は 11 月 22 日に行つた。菌核は 11 月 30 日に撒いた。試験区の面積は約2尺平方で，その上に箱を覆

せ，各々その箱の上の雪の厚さを20cm程度を保つように努力した。箱内の温度はおおむね0℃から−2℃の間である。調査は4月2日に行つた。

実験結果　第77表に示すように接種区も無接種区も全く発病を認めなかつた。

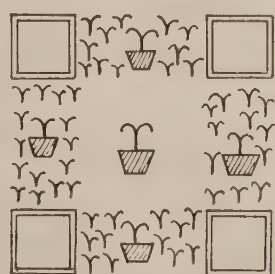
第77表　凍結自然土壌面に *S. graminearum* 菌核を接種した場合の「小麦農林62号」の発病の有無

試験区	供試株数	発病株数
S. g. 接種区	16	0
無接種区	15	0

實験（41）1948〜'49年冬季

目　的　以上すべての実験で *S. graminearum* の土壌接種は不可能であつた。しかしこれらは菌核或いは含菌寒天片によるものであつた。そこで，土壌面に胞子を被覆した場合，その土壌から葉に伝染するかどうかを調べた。即ち女満別の圃場の一部に茸を密生せしめ，その胞子を覆つた土壌面に，札幌より運んだ麦の葉を接着せしめて，その葉に菌が伝染するかどうかを調べる実験を行つた。

実験法　女満別麦類試験地圃場に約50 mを離して2箇所の実験圃を設けた。この実験圃は各々1 m平方で，その土壌面をできる限り平坦とし，その4隅に第34図のように4角形の木框を埋め，1948年4月下旬女満別の小麦から取つた菌核を大量に播種した。秋の初めにこの地面をもう一度平坦にならし，この木框と木框の間に小麦「小麦農林62号」を播いた。そして中間に図のような空地を残して平坦にして置いた。10月中旬に木框内に多数の茸が発生した。一方琴似町北海道農業試験場圃場（*Typhula* 発生地帯で *S. graminearum* はほとんどない）に9月27日に「小麦農林62号」を播き，11月22日に小鉢に移植し，女満別で根雪が始つたのち（胞子が空中に無くなつてから）これを女満別に汽車で運び，直ちに一部は葉を，前記のあらかじめ準備した中央の土壌面に，その土壌面を乱すことなく密着せしめ上から框で圧えつけて，上に雪をのせた。他方別の鉢は，その葉を，前から植えてあつた框間の小麦の葉と密着せしめ，そのまま上から雪でおさえつけた。翌春雪どけ後，発病状況を調査した。



記号　Y：同所に始めより植えて置いた小麦
（鉢）：札幌より運んだ小麦を置いた場所を示す

第34図　実験（41）における実験圃模式図

実験結果　第78表に示したように2区ともに葉と葉を接触させたものでは，ほとんどすべての株に *S. graminearum* が発生したが，土壌接着区では全く *S. graminearum* の発生を見ず，か

第78表　*S. graminearum* 子嚢胞子被覆土壌面に葉を接着させた場合と *S. graminearum* 罹病葉に葉を接着した場合の小麦の罹病の有無（女満別試験地圃場）

試験区別		葉を葉に接着させた区		葉を胞子被覆土壌面に接着させた区	
供試鉢番号	調査項目	発生菌の種類	冬損程度	発生菌の種類	冬損程度
第1試験圃	1	*Fusarium*	完全枯死	なし	小被害
	2	*Sclerotinia*	完全枯死	なし	小被害
	3	なし	中被害	なし	小被害
	4	*Sclerotinia*	大被害	なし	小被害
	5	*Sclerotinia*	完全枯死	なし	小被害
第2試験圃	1	*Sclerotinia*	完全枯死	なし	小被害
	2	*Sclerotinia*	大被害	なし	小被害
	3	*Sclerotinia*	大被害	なし	小被害
	4	なし	小被害	なし	小被害
	5	*Sclerotinia*	完全枯死	なし	小被害

つ被害は僅少であつた。この土壌接着区と，葉と葉の接着区とは，その条件はほとんど同じである。即ち柾でおさえても，この積雪は少なく，寒気の激しい女満別では激しく凍結して，影響を与えないであろう。またこのように始めから現地に植えてあつた麦葉に葉を接着させた区で，激しく発病したことを見れば，その時の小麦の状態は発病しうる状態であり，環境も発病し得る環境であつたと考えられる。また，葉を密着させた中央の土壌面は，最大限に胞子の被覆を受けていたと考えられる。これらの事実から，この実験結果は，*S. graminearum* が罹病株からの接触伝染によつて伝染することを証明し，同時に胞子被覆土壌よりの土壌伝染がないことを証明すると考えられる。

以上の諸実験及び第 4 章，実験 (25) で，*S. graminearum* の土壌接種は菌核によるものも，胞子被覆土によるものも常に不成功であつた。即ち *S. graminearum* の土壌伝染はないと考えられる。しかし否定の証明は困難であり，なお将来この点についての詳細な研究が望ましい。

S. graminearum の土壌接種が不可能とすれば，当然 *S. graminearum* の胞子による直接伝染（空気伝染）が考えられて来る。そこで次のような接種実験を試みた。即ち札幌で育てた「小麦農林 62 号」の幼苗（無燐酸）をベルジャー内に入れ，葉面に傷をつけたものと，つけないものに分け，下のブリキバットに水を入れて，5.5°～−6.0°C の間を上下する場所に置いた（日光の直射のない日陰）。そのため葉面には水滴が凝縮した。このベルジャー内に *S. graminearum* の岸を多数種々の高さに置き，自然に胞子を噴出させた。そのまま 15 日間このベルジャー内に放

置し，後に積雪下の箱内（0°C と 1°C の間）に置いた。翌春観察した結果全く発病を見なかつた。その他胞子による人工接種は一度も成功せず，また葉鞘内面表皮細胞に対して胞子を接種し，顕微鏡で観察したが，多数の観察にもかかわらず，直接侵入するらしく思われるものはあつたが，細胞内部に蔓延している状態を見ることはできず，侵入を確認し得た例は1例もなかつた。これらの胞子による接種実験の不成功は，第4章の第4節，第2項に述べるごとく，本病菌の発病には，著しい低温（通常0°C 以下が最適で 3°C 程度に数日間置くと発病は停止する）を必要とすることによるものと考える。即ち *S. graminearum* の胞子接種実験期間中の札幌の気温は高過ぎるように考える。低温装置を用いた実験で再検討を要する。

したがつて現在までに *S. graminearum* の人工接種に成功した場合は，葉切断面含菌寒天片接着接種の場合と，罹病葉に葉が接触した場合のみである。即ち以上の諸考察により，*S. graminearum* の伝染方法については次のように結論するのが妥当であろう。*S. graminearum* は土壌接種を行わず，接触伝染を行う。空中胞子による直接伝染を行うように考えられるが，その証明は現在のところない。

第6章　小麦の *Typhula* 屬菌に對する抵抗性

麦類雪腐病の病因の項で述べたごとく，小麦は病原菌によつて腐敗しない限り，通常の寒気や積雪下の生理的衰弱[1]だけでは枯死することはほとんどない。したがつて寒気や，積雪下の生理的衰弱，栽培条件などは雪腐病の誘因であり，これらについての総ての議論は病原菌に対する小麦の抵抗性に関する知識に包括せられて始めて実際的意義をもつということができる。この抵抗性の実態が明らかにせられたときに始めて「冬枯抵抗性品種の合理的選抜」，「雪腐病大発生の説明」，「秋播麦の合理的栽培」などが可能になるであろう。本章で扱う諸問題はこの立場から，小麦の雪腐病病原菌に対する抵抗性の本態，及びそれと環境因子の関係を明らかにすることを目的とした。このために材料として札幌で最も扱い易い病原菌 *Typhula incarnata* を主として用い，時に応じて *T. ishikariensis* 及び *S. graminearum* について実験を行つた。

さきに第2章(1)で述べたように TUMANOV (1935) は雪腐病における環境要因を研究して，

1） 衰弱という言葉に就いて

衰弱という言葉は非科学的であるが，ここでは便宜のためしばしば使用する。即ち体内物質の消耗を指し，多くの場合それにより生理学的機能の低下を来すものと想像される状態を示す。したがつて単に貯蔵物質の消耗だけで生理学的機能の低下を伴なわない場合も含まれる。

暗黒と低温がその最重要な要因であることを証明し，酸素の欠乏などのような雪下の状態は雪腐病に関係する要因ではないことを明らかにした。したがつて本研究における接種試験は低温暗黒の状態で行つた。

第1節 *Typhula* 屬菌の寄主體侵入

生活史の項で述べたように *Typhula* 屬菌は根雪後土壌表面より茎葉に移行し植物体内に侵入する。或いは一部分葉上に落ちていた胞子或いは菌糸が根雪後始めて小麦の衰弱をまつて侵入する。この寄主体侵入が植物体のどの部分から起るかを決定するために次の諸実験を行つた。

實　驗　(42)　1946～'47 冬季

目　的　自然状態における雪下の小麦の病斑分布状況を調べた。

実験法　札幌郡琴似町北海道農業試験場圃場で調査を行つた。雪下から掘り出した秋播小麦「ドーソン1号」について各葉序各部位の病斑の数を調べた。調査は2月18日及び3月11日の2回に行つた。

第79表　自然状態における小麦葉上の病斑分布状況

調査日	葉序	調査葉数	葉の部位						
			S	M	B	SM	BM	SB	SBM
2月18日調査	I	10	2						
	II	10	18	2	1				
	III	9	14	5	2	6	2	2	4
	IV	8	11		1	6	3	3	3
3月11日調査	I	30	1	1					
	II	30	10	2	1	10			1
	III	28	3	2		11			3
	IV	14	1			3		1	1

〔註〕 S…先端部　M…中部　B…基部

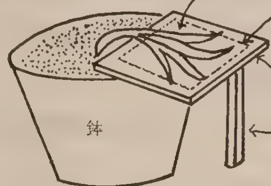
S M, B M, S B, SBM は各々1葉中各部に同時に発病したものを示す。

実験結果　第79表に明らかなように，若葉にはほとんど病斑なく老葉ほど病斑が多い。また若い葉では先端部のみにあり，老葉になると基部にも発病するようになる。積雪下の時期が進むと若い葉でもだんだん基部の方へ病斑が進む傾向が認められるが，最若葉では2月18日と3月11日の調査の間に差は認められない。

實　驗　(43)　1946～'47 年冬季

実験法 麦を植えた鉢の一隅に板を置き，その板上に土を置いて *T. incarnata* を接種し，その土に麦葉を密着せしめ，かつ各葉が重なることなく同一条件で菌にふれることができるように努めた（第35図）。これらは雪下の箱内に置いた。接種は12月27日，調査は2月 19 日に行つた。

供試麦として琴似町北海道農業試験場圃場の「ドーソン1号」を大型素焼鉢に移植したものを用いた。



第35図 実験 (42) に於ける接種法

実験結果 結果は第 80 表に示した。発病率は葉長に対する病斑長の比率で示した。若葉では全く病斑なく，古くなるに従つて病斑の発生率が大となる。即ち各葉を全く同一条件で土壌面に密着せしめてもこのような結果を得ることから見れば，若葉で病斑なく老葉で病斑が多いのは単に積雪下の葉の位置によつて菌にふれる機会が異なつて来るというような問題によるのではなくて，各葉序間には *Typhula incarnata* の発病に関して本質的な差があることによると結論される。また観察によればこの場合も病斑は先端部に多く基部に少ない。

第80表 含菌土壌表面に各葉序を同一条件で密着させた場合の各葉序の発病率比較

病原菌接種の有無	調査茎数	病斑発生率平均			
		I	II	III	IV
T. incarnata 接種区	10	0	19.6	61.0	80.86
無接種区	3	0	0	5.5	0

〔註〕 病斑発生率とは病斑長（1葉中の病斑長の総和）を葉長で除したもの。

實驗（44） 1948～'49年の冬季

目的 暗黒 0°C のもとでの小麦葉の気孔の開閉及び傷の有無を調査した。

実験法 半地下の小屋を雪で完全に覆うことにより，湿度 100%，温度 0.3～0.5°C の恒温，暗黒の状態を保たせ，この中に入れた自然状態で育てたワグネルポットの「ドーソン1号」の各葉序にキシロール，エーテルをたらして，気孔の開閉及び傷（または気孔の異常開孔）の有無を調べた。この小屋は常時暗黒であり実験時に 100 W 電球2個を照明して，キシロール，エーテルの反応をしらべた。

実験結果 気孔の開閉については，これらの実験の範囲では閉じているように見られたが，100 W の電球の光では精確な観察は無理であつたので，なお今後の研究によつて確定せられね

ばならない。この調査で興味ある点はキシロールまたはエーテルによる油浸状斑点の散布状況であつた。第 81 表は 1 月 20 日のキシロール検査の結果であるが，この表から判るように病斑の散布状況（第 79 表）と酷似していた。形態的な比較においても，その相似は驚くべきものであつた。このキシロール，エーテルの斑点は傷または気孔の異常開孔によるものであり，したがつて初期病斑の分布が傷（または気孔の異常開孔）の分布に一致することを推定せしめる。これらの実験は衰弱の進むにつれて数回行つたが若葉ではキシロール斑点は増加せず，それより古い葉では増加した。

第 81 表　0°C 暗黒下，小麦葉面上にキシロールを滴下した場合の斑点分布

実験例	葉序	葉の基部	葉の中間部	葉の先端部
第 1 例	I	0	0	1
	II	0	0	3
	III	1	3	4
第 2 例	I	0	0	0
	II	1	0	4
	III	0	4	6
第 3 例	I	0	0	0
	II	0	2	3
	III	0	3	多数

上述諸実験から *Typhula incarnata* は老葉のしかも先端部に近い方から侵入することが認められる。しかしてそのように若葉で病斑なく老葉で病斑の多い理由は老葉ほど侵入口（傷または気孔の異状開口）が多いためと考えられる。したがつて *T. incarnata* では一般に表皮の傷または気孔の異常開口を通じて侵入すると考えられる。このことは第 5 章で述べた諸実験結果と一致する。小麦の葉鞘に *T. incarnata* の胞子を接種した場合，衰弱が進むと気孔から侵入する場合のあることを顕微鏡により確かめた。しかし胞子から表皮を貫穿して入る場合は見られなかつた。

第 2 節　病斑の進展に對する寄主植物の抵抗性

前項で *Typhula* の寄主体侵入について述べた。また *T. incarnata* の場合，傷その他異常開口の有無がその侵入の有無多少を支配すると述べた。一般に病害に対する抵抗性にあつては侵入に対する抵抗性と病斑進展に対する抵抗性を一応区別して考えなければならぬ。本節は主と

して後者についてなされた実験を扱う。

(1) 雪下における小麦の生理化學的變化と抵抗性の關係

一般に積雪下で小麦は貯蔵物質を消耗し，そのために衰弱し，病原菌の侵害を受けて腐敗すると考えられて来た。本項では小麦の積雪下での生理化学的変化の実態を明らかにし同時にこの生理化学的変化と抵抗性の変化の相関関係を明らかにしようと努めた。そのために6実験を行つた。

實　驗 (45) 1946～'47年冬季

目　　的　雪下圃場小麦の葉序と含糖量及び病斑発現率の関係を知らんとする。

実 験 法　圃場の小麦を雪下より掘り出し健全株を選んで含糖量の分析を行い，同時に同一材料につき病斑発現調査を行つた。

供試品種は「ドーソン1号」(ウスプルン1,000倍液1時間浸漬)，で9月16日琴似町北海道農業試験場圃場に播種，反当魚粕2.0貫，硫酸アンモニア2.5貫，過燐酸石灰5.2貫を施し，1粒千鳥播とした。

試料採取並びに分析法として，雪下より掘り出した小麦を室内に持ち来り，脱脂綿で土と水をぬぐいとつて最若葉(Ⅰ)，次の成葉(Ⅱ)，次の成葉(Ⅲ)の各連続葉序を別々に厚壁ガラス瓶中に入れて，コッホ氏蒸気殺菌釜中で30分間加熱，後圧搾して汁液を取つた。この汁液につき塩基性醋酸鉛で除蛋白し，Disodium phosphate 飽和液で過剰の鉛を除き，ミクロベルトランド氏法で分析した。非還元糖は濃塩酸を6.4%の割で加えて70°Cで7分間加熱して還元糖に転化し，後 NaOH 30%液で中和して定量した値から還元糖の値を減じた。乾物量(汁液中)はアッベ氏の屈折率測定器(検糖器)により直接読みとつた。

屈折率による全乾物量(汁液中)測定が植物含水量測定に用い得ることについては，既に GORTNER & HOFFMAN (1922) により検討されている。また氷点降下はベックマン氏寒暖計で各々測定した。この二つの測定には上述圧搾汁液(無処理)を用いた。

発病状況の調査は，掘りとつた植物につき，葉の全長を測定し，病斑長を総和したものを割つて発病率とした。病斑長とは病斑を有する葉の部分の長さをいう。

試料採取及び調査時期は第1回2月18日，第2回3月10日である。

実験結果　結果は第82, 83, 84表に示した。葉序について含糖量を見ると常に若い葉の方が含糖量が高い。積雪下で時間が経過すると非還元糖でその減少が著しいが，還元糖の減少は僅少である。即ち非還元糖は一種の貯蔵形と見られる。これらの糖の減少と発病状況の関係を見

第 82 表　含糖量比較（汁液 1 cc 中の mg）

葉序	2月18日採葉			3月10日採葉		
	全糖量	還元糖量	非還元糖量	全糖量	還元糖量	非還元糖量
Ⅰ	66.5	21.33	45.2	43.2	20.6	22.6
Ⅱ	53.2	19.00	34.2	36.4	18.8	17.6
Ⅲ	39.4	16.60	22.8	34.3	15.9	18.4

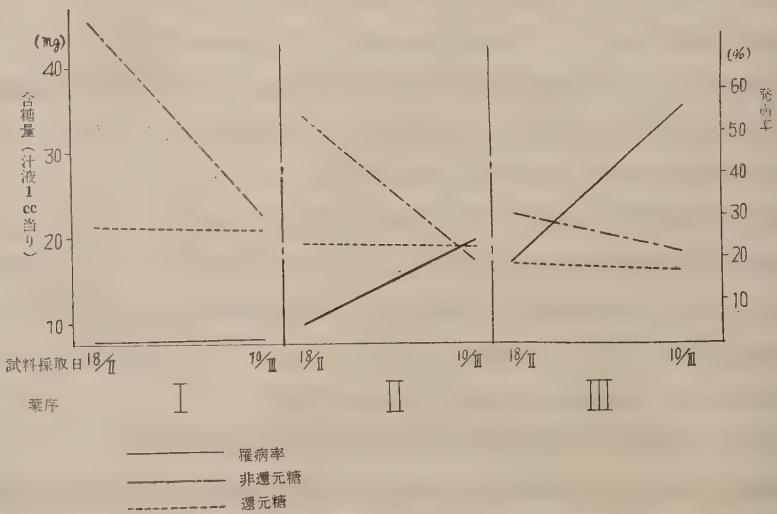
第 83 表　屈折率による乾物量（%）及び氷点降下（°C）の比較

葉序	2月18日採葉		3月10日採葉	
	乾物量（%）（汁液中）	氷点降下（°C）	乾物量（%）（汁液中）	氷点降下（°C）
Ⅰ	8.8	1.156	8.6	1.1425
Ⅱ	8.0	1.126	7.9	1.085
Ⅲ	6.8	0.994	6.8	—

第 84 表　発病率の比較

調査日	調査茎数	発病率平均				
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
2月18日	23	0	4.5	19.5	33.3	55.7
3月10日	30	0.7	23.7	55.4	75.5	—

〔註〕 上記 3 表中，Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳ，Ⅴは各々葉序を示す。



第 36 図　葉序と含糖量及び発病率の関係

ると，2 月 18 日の区ではⅡ，Ⅲ葉でなお非還元糖も充分にあると見られるにかかわらず相当の

発病率を示している。しかるに3月10日の区のⅠでは，含糖量は既に2月18日のⅡより少なく，また2月 18 日のⅢと較べて大差ないにかかわらず発病率の増加はきわめて僅少である。これらの事実は含糖量と発病率は一応の関係をもつが必ずしも相関々係をもつものではなく，含糖量が発病率と直接的なつながりをもたぬことを示すものであろう。この事実は若葉，老葉の侵入の難易の問題，及び後述諸実験で説明せられるところの現象であり，また同時にそれらの考えを支持する事実である。

實 驗（46）

目　　的　小麦の施肥量と含糖量の関係を知らんとする。

実 験 法　ワグネルポットに肥料をかえて小麦を栽培し，その地上部全体の糖量の積雪下における減少を調べた。そのため約0°C 暗黒の小室内にポットを置いて試料の採取を行つた。

供試品種は秋播小麦「ドーソン1号」及び「赤銹不知1号」で栽培法は5万分の1ワグネルポットに圃場土（埴壌土）を塡め，肥料は次表のとおり施用した。

種子は500倍ウスプルン液に1時間浸漬。播種は9月19日，各ポット5本立てとした。ガラス室内に置き降雨なき限り戸外に出した。12月22日冷暗室（0～0.5°C）に搬入，小屋は半地下で，雪で完全に覆うことにより，温度はほとんど一定で暗黒な環境を得た（実験（47）で用いた半地下小室とは異なり第1回目に建設したものである）。

第85表　施肥量（ポット当）

試験区	硫酸アンモニア（g）	過燐酸石灰（g）	硫酸加里（g）
多肥	3.9	3.9	1.5
中肥	1.3	1.3	0.5
少肥	0.6	0.6	0.25

第86表　供試植物の状態

品種	分蘖数
赤銹不知1号 多肥	7～8
〃 中肥	5～6
〃 少肥	3～5
ドーソン1号 多肥	7～9
〃 中肥	4～7
〃 少肥	4

試料は小室内から麦を取り出し，温度の低い明るい室内に運び，植物体を引き抜き，脱脂綿で土を払つて，根を切り去り，地上部を集めて秤量し，各試験区を同量宛厚壁ガラス瓶中に入れて，高圧蒸気加熱して後圧搾して汁液を得た。

分析法は前実験と同様である。

第1回採取の際に調査した植物の状態は第86表のとおりである。

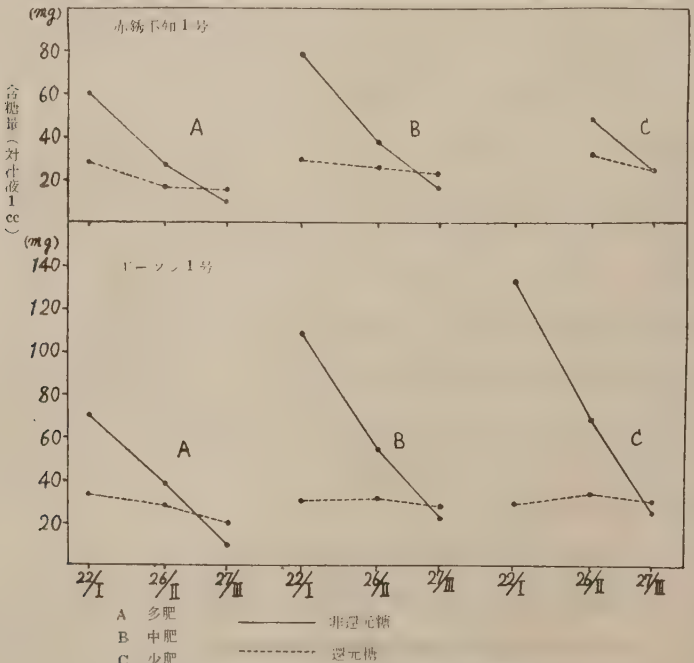
実験結果　結果は第87，88表及び第37図に示した。供試両品種ともに肥料が多いほど含糖量が少ない。また前実験同様暗黒下糖減少の場合非還元糖の減少は著しいが，還元糖の減少は僅少である。

第 87 表　屈折率及び屈折率による汁液中の乾物量

品種及び肥料		1月22日		2月26日		3月27日	
		屈折率	乾物量(%)	屈折率	乾物量(%)	屈折率	乾物量(%)
赤銹不知1号	多肥	1,358	16.4	1,348	11.5	1,347	9.5
〃	中肥	1,360	17.6	1,352	12.9	1,349	10.5
〃	少肥	1,362	19.1	1,353	13.0	1,349	10.7
ドーソン1号	多肥	1,359	17.1	1,352	12.4	1,346	8.8
〃	中肥	1,363	19.2	1,354	14.1	1,348	10.5
〃	少肥	1,366	21.3	1,356	14.8	1,348	10.6

第 88 表　含糖量比較（汁液 1 cc 中の mg）

品種及び肥料		1月22日			2月26日			3月27日		
		全糖量	還元糖	非還元糖	全糖量	還元糖	非還元糖	全糖量	還元糖	非還元糖
赤銹不知1号	多肥	88.0	27.9	60.1	44.1	17.2	26.9	25.6	15.5	10.1
	中肥	109.0	29.8	79.2	64.1	25.8	38.3	39.2	22.7	16.5
	少肥	—	—	—	81.4	32.5	48.9	49.4	24.8	24.6
ドーソン1号	多肥	103.0	33.5	69.5	66.5	28.4	38.1	30.4	20.0	10.4
	中肥	139.0	31.0	108.0	86.7	32.1	54.6	51.3	28.8	22.5
	少肥	162.0	29.3	132.7	101.6	33.7	67.9	54.8	29.8	25.0



第 37 図　肥料を異にして栽培した小麦の含糖量変化

實 驗 (47) 1948～'49年冬季

目　　的　0°C 暗黒下における小麦葉の N-fraction の変化と抵抗性の消長との相関々係を知らんとする。

実 験 法　ワグネルポットに植えた小麦を 0°C の冷暗室に入れ，定期的に各葉序毎に N-fraction の分析を行つた。これらの分析と並行して同様に栽培した材料の一部に *T. incarnata* を接種して病斑長の変化を測定して化学的変化と抵抗性の変化の相関々係を調べた。この病斑長の変化を追求する場合に，後に述べる寄主と寄生菌の相互関係を考慮に入れると，その時その時の抵抗性が次の抵抗性測定結果（病斑長として現われる）に影響を及ぼすと考えられる。即ちある時期の寄主の抵抗性の強弱は必然的に，侵害病菌の強弱に影響を与えることになり，そのために次の時期における抵抗性の強弱に影響を与えることになる。この点を補うために時間の経過につれて3回にわたり新鮮菌を接種して接種後 15 日目の病斑長を測定して抵抗性変化をしらべた。

本実験ではしばしば凍結環境に遭遇するので水耕培養を避け次の如くして栽培した。即ち深さ 35 cm の長型5万分の1ワグネルポットを用い最下層に砂利，次に砂，最上層に琴似町農業試験場圃場壌土 (pH 6.4) を入れ，9月24日秋播小麦「ドーソン1号」を播種して発芽後 15 本立とした。その施肥量は次表のとおりである。

第89表　施　肥　量

施肥法	肥料	多肥 (g)	少肥 (g)
基肥	硫酸アンモニア	1	0.3
	過燐酸石灰	0.5	0.2
	硫酸加里	0.2	0.06
	魚粕	2	0.6
追肥 (10月27日)	硫酸アンモニア	1	0.2

始めガラス室に入れ，子葉が出て次の本葉が出始めた時（10月2日）戸外に出した。前年の予備試験で日中戸外に出し夜間ガラス室に入れる栽培法では充分な hardening が起らないことを確かめたので，晴雨にかかわらず戸外に置いた。そのため植物は充分な hardening を受けた状態を示した。しかし肥料の流亡はまぬがれなかつたので，特に流亡し易い硫酸アンモニアを10月27日追肥として補つた。12月8日，0°C の冷暗室に入れた。分析は多肥区を用い，抵抗性測定は多肥，少肥両方を用いた。

冷暗室は4坪の半地下の窓なく，戸口のみを有する矩形の小室で，内部2箇所に 100 W の電球をつけ，平常は暗黒とした。小室の周囲には溝を掘り，小室と土の間を約 45 cm とした。この溝に雪を満たし屋根，戸口をすべて雪で覆つた。そのために外気温は遮断され，かつ地温に

より上昇することも防がれて，12 月中は 0°～－1.0°C の間を上下したが，1 月に入つてからは 0.3 ～0.5°C の恒温を保つた。湿度は 1 月初旬に小室内のポットの土の凍結が融けた後は 100 %であつた。分析のための試料の採取及び抵抗性の測定は一切この小室の中で行つたから，それらの実験中湿度変化，温度変化による誤差は避けることができた。

約 0°C 暗黒小室内における供試小麦の状態を第 90 表及び第 38 図に示した。

第 90 表　供試小麦の状態

項目	葉序	多肥		少肥	
葉長	0*	(第 7 葉)**	微小	(第 6 葉)**	3.4 cm
	Ⅰ	(第 6 葉)	9.1 cm	(第 5 葉)	9.0
	Ⅱ	(第 5 葉)	11.5	(第 4 葉)	11.3
	Ⅲ	(第 4 葉)	12.8	(第 3 葉)	13.7
茎数平均		9		4.8	

〔註〕 * 0 とは葉の一部が葉鞘に包まれているもの。
** この葉序は主茎葉序。



多肥区　　　　少肥区

第 38 図　供試小麦の状態

試料の採取は，小室内の電燈を点じ，ポットの小麦を引き抜き，主茎の最若葉（Ⅰ），次の古い葉（Ⅱ），その次の古い葉（Ⅲ）を葉舌部で切り各葉を脱脂綿でぬぐい，別々に秤量管に入れた。この小室内の温度，湿度はほとんど一定であつたから試料採取に伴なう誤差は最小にとどめ得た。この秤量管を室内に運び直ちに秤量して分析に供した。

分析法は秤量管より取り出した葉(1～3 g)を直ちに細切し，トルオールを少量加えて乳鉢中で磨砕し，熱いタンニン液を加え1時間放置後ブッフナー濾斗で濾過し蛋白と可溶性窒素に分けた。

蛋白—N　濾紙ごとケルダール分解瓶で硫酸銅，硫酸加里を添加して硫酸で分解，ミクロ・ケルダール法で蒸溜して定量，後濾紙の窒素量を減じて蛋白—Nとした。

アムモニア態—N　濾液20 ccにつき，食塩・炭酸ソーダ5％液で中和，50～60 mm減圧で45°Cで蒸溜した。

アミド態—N　濾液20 ccにつき30％硫酸4 ccを加えて環流冷却器をつけて直火上で2時間加熱し，その後NaOHで弱酸性とし，アムモニア態Nと同様の方法で定量した。得られた値は2倍してアミド態—Nとした。

抵抗性の測定は，ワグネルポットに植えられた小麦をそのまま，主茎の各葉序の葉の中央部を切断し，その切断部に *T. incarnata* 含菌寒天片を附着せしめた（第26図参照)。そして一定期間毎に病斑長及び着色程度を調べた。即ちこの方法で病斑進展の経過を追求した。また前述せるごとく各時期の抵抗性の後作用をできる限り減じて，その時期，その時期の抵抗性の変化を測定する目的で，3回にわたり主茎各葉序の切断部に含菌寒天片を接着し，各15日目に調査した。これら抵抗性測定供試小麦は分析に用いた小麦とは別のポットのものである。

病斑長進展度連続測定区の接種期日は12月22日，接種菌は *T. incarnata* で馬鈴薯葡萄糖寒天9日目の培養。多肥区は4株，少肥区は5株を供試した。

接種後15日目病斑長測定区の接種期日及び培養菌の状況は次のとおりである。

第1回　1月16日接種，1月31日調査，接種菌は *T. incarnata* 馬鈴薯葡萄糖寒天。

第2回　2月5日接種，2月20日調査，接種菌 *T. incarnata* 馬鈴薯葡萄糖寒天20日目の培養。

第3回　2月25日接種，3月12日調査，接種菌 *T. incarnata* 馬鈴薯葡萄糖寒天17日目の培養。

以上多肥6株に接種。

実験結果　本実験は2種に分けることができる。即ち一は(a)植物体内の生理化学的変化と抵抗性の変化の相関々係の追求であり，多肥栽培ポットについてなされた。他は(b)多肥区と少肥区の抵抗性変化の比較である。

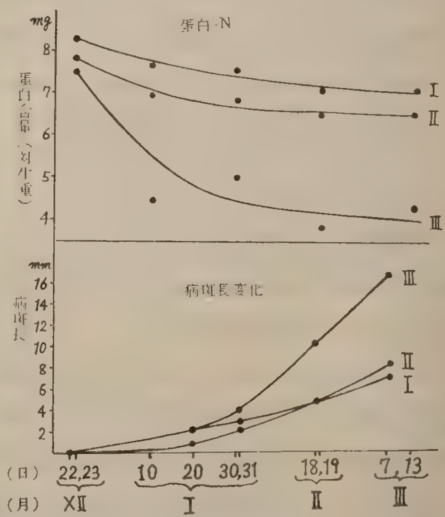
(a)　最初にN-fractionの変化を見るに（第91表，第39図）蛋白—Nは日が経過するに従い老葉で急激に低下し，若葉では徐々に低下する。アミド態Nは日が経過するに従い増加する。葉序間では若葉の方が老葉より多い傾向が見られる。アムモニア態Nは日が経過しても増減が認められない。また葉序間でも一定の傾向は認められない。これらの分析結果を総合すれば次のようになる。即ち暗黒0°Cの条件下で，小麦の老葉では著しい蛋白分解が起り，その分解産

第 91 表　冷暗室における小麦各葉序の N-fraction (mg. 対生体重 1 g.)

採葉期日	葉序	蛋白—N	アムモニア—N	アミド—N
12 月 23 日	I	8.2345	—	—
	II	7.8073	—	—
	III	7.5007	—	—
1 月 10 日	I	7.6477	0.0057	0.7048
	II	6.9565	0.0135	0.3910
	III	4.4203	0.0183	0.2120
1 月 30 日	I	7.5193	0.0294	0.5144
	II	6.7805	0.0392	0.4702
	III	5.0293	0.0284	0.4574
2 月 19 日	I	7.1017	0.0114	0.7446
	II	6.5475	0.0137	0.6450
	III	3.8002	0.0243	0.5642
3 月 13 日	I	7.0705	0.0190	0.9520
	II	6.5537	0.0162	0.8858
	III	4.3537	0.0187	0.9450
3 月 31 日	I	6.8899	0.0174	—
	II	6.1655	0.0171	—
	III	4.1789	0.0140	—

物は新葉形成部へ送られる。この分解産物の一部は多量にある糖と結合してアミド—化合物となり蓄積される。著しく多量にある糖のためにアムモニアの著しい蓄積は末期に至るまで起らない。

病斑長測定の結果を見るに（第 92 表の多肥区及び第 39 図），老葉（III）では 1 月 30 日頃から急激に病斑伸長が増加する。次の古い葉（II）では徐々に病斑伸長が増加している。即ちもし病斑伸長の程度が一定ならば直線であるべき病斑伸長曲線が上向曲線となつている。最若葉(I)の病斑伸長程度は初期に較べればやや増加するが，1 月



第 39 図　蛋白含量（対生重）の変化と抵抗性変化の関係

第92表　実験(46)における病斑進展(連続測定).

肥料	葉序	1月20日 病斑長(mm)	平均	病斑色	1月31日 病斑長(mm)	平均	新病斑部病斑色	2月18日 病斑長(mm)	平均	新病斑部病斑色	3月7日 病斑長(mm)	平均	新病斑部病斑色
多肥	I	4.0, 1.3, 0.9	2.06	先端の約0.5 mmBL〜B 残部W	4.0, 1.3, 3.0	2.76	BL〜B またはW	5.5, 3.8, 5.0	4.77	BY	8.0, 6.0, 7.5	7.16	Y
	II	1.0, 1.0, 0.8	0.93	先端の約0.8 mm BL〜B	2.0, 1.7, 2.5	2.06	BL〜B またはW	5.0, 5.0, 4.0	4.66	同上	8.0, 8.4, 8.1	8.16	B
	III	3.9, 1.6, 0.6	2.03	先端の約0.6 mmBL〜B	7.0, 1.5, 2.5	3.67	同上	16.0, 8.5, 6.5	10.3	同上	19.0, 19.0, 11.3	16.4	BY〜W
少肥	I	0.8, 1.5, 1.0, 1.0, 1.0	1.06	先端の約0.7 mm BL〜B, 残部W	2.3, 2.8, 2.3, 2.5, 1.7	2.32	W	3.0, 5.5, 4.5, 4.5, 4.5	4.4	BY	6.9, 8.0, 5.75, 7.5, 7.0	7.03	B
	II	1.1, 1.3, 1.0, 1.4, 1.5	1.26	先端の約0.5 mm BL〜B, またはBY	2.8, 3.2, 3.0, 4.0, 3.4	3.28	BY	6.5, 6.0, 11.5, 13.0, 7.0	8.8	同上	9.7, 9.75, 22.0, 18.5, 10.25	14.04	BYY〜W
	III	15.0, 9.5, 15.0	13.16	W	17.0, —, —	17.0	W	23.5, —, —	23.5	W	29.0, —, —	29.0	W

〔註〕 BL……黒色，　B……褐色，　BY……淡褐色，　BYY……BY より淡い淡褐色，　W……浸潤状（無色に近いもの，黄色のものを含む）

30日以降3月7日までは直線と見做される。これらの結果と生理化学的変化とを結びつければ次のように結論される。即ち老葉では速かに蛋白分解が起り，若葉ではなかなか起らない。この現象に比例して老葉で急激な抵抗性の低下が起り，新葉では抵抗性の低下は緩慢である。以上述べた病斑伸長曲線は一度接種した病斑のその後の変化を追求して得られたものであるが，この場合常にその時その時の抵抗性がその後作用を残すことが考えられる。即ち初期の抵抗性の強弱がその後の抵抗性の表現に影響をあたえる恐れがある。この懸念を少しでも減らすために3回にわたつて行つた接種後 15 日間の病斑伸長を比較すると（第93表），さきに述べた事実は同様に明らかに認められ，最若葉では抵抗性の変化なく，IIでは3月 12 日に始めて抵抗性の低下が認められ，IIIでは始めからI，IIに較べ抵抗性が低下し，かつその後も著しく低下する（統計的に有意義）。

(b)　少肥と多肥の小麦の病斑伸長曲線を比較するに（第40図参照），多肥区では若葉の抵抗性低下は末期に至るまで緩慢であるが，少肥区では中間葉はその病斑伸長曲線が1月 31 日に既に老葉（III）と平行するに至り，若葉（I）でも徐々に上向曲線を示す。即ち少肥の場合は抵抗

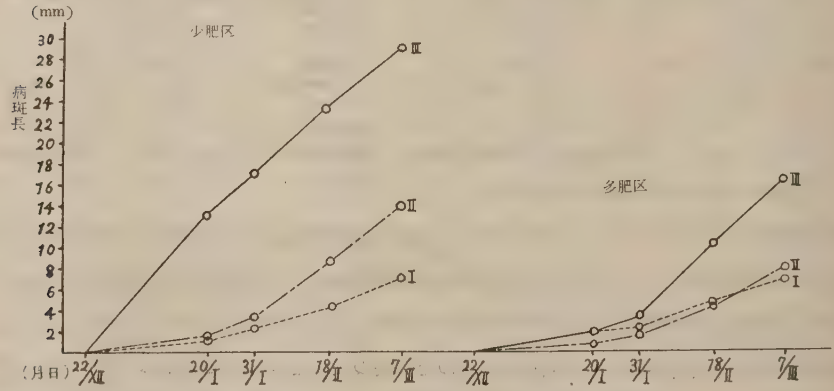
第 93 表 接種後 15 日目の病斑伸長

調査期日	1月31日			2月20日			3月12日		
葉序	I	II	III	I	II	III	I	II	III
調査株数	6	6	6	6	6	6	6	6	6
病斑長平均	1.4	1.13	1.78	1.2	1.33	2.53	1.41	1.73	2.14

〔註〕 バリアンス分析によれば平均値の差は 0.48 (P=0.05) で統計的に有意義。

第 94 表 第 93 表のバリアンス分析表

変因	自由度	平方和	不偏推定量	F 値
全分散	53	18.093		
処理別平均値間分散	8	10.383	1.2978	7.58**
誤差	45	7.71	0.1713	



第 40 図 実験 (47) における多肥区と少肥区の病斑伸長曲線の比較

性低下が老葉から始まり速かに若葉に進むが，多肥の場合にはその速度が緩慢であり，なかなか若葉の抵抗性低下が起らないと解釈される。この場合少肥では既に新葉（第 90 表の少肥の 0）ができているために I も分解期に入つているとも考えられるが，多肥でも葉鞘内部に既に新葉ができて先端を出しているから，その差はそれほどのものではなく，かつ少肥の I も多肥の I も前秋にできた正常の成葉としては最後のものであるから，上述の解釈は妥当であろう。病斑色を比較するに多肥では I，II，III 葉ともに褐色を示し，少肥では始めから I，II は褐色であるが III では既に浸潤状を呈する。

實驗 (48) 1949～'50 年冬季

目　　的　前実験と同じ。

実 験 法　肥料の量を3階級に分ち育てたワグネルポットの秋播小麦「ドーソン1号」を用い前実験と同様にして実験を行つた。

9月24日播種，ワグネルポット及び供試土は前実験と同様で，肥料は全量を基肥として与えた。(第95表)。

第95表　実験(48)における施肥量

施　肥　量	硫酸アンモニア	過燐酸石灰	硫酸加里	魚　粕
少　肥　区　(g)	0.3	0.2	0.06	0.6
標　準　区　(g)	1.0	0.5	0.2	2.0
多　肥　区　(g)	3.0	1.5	0.6	6.0

前実験同様，始めガラス室に置き発芽せしめ，後戸外に出した。昼夜放置したため肥料の流亡はさまたげ得なかつた。12月7日根雪となり，この日ワグネルポットをすべて約0°Cの前実験（実験47）と同じ半地下小室に搬入した。

小室内に搬入した植物の状態は第96表及び第41図に示すとおりである。

第96表　供試麦の状態

項　目		少　肥	標　準　肥	3　倍　肥
茎　数		7	10	13
老若の記号と葉序の関係	0	—	—	第7葉
	I	第6葉	第6葉	第6葉
	II	第5葉（先端黄化）	第5葉（先端黄化）	第5葉（先端黄化）
	III	第4葉（全体黄化）	第4葉（半分から先黄色）	第4葉（全体黄化し始める）

〔註〕 0は約0°C暗黒小屋内で徐々に伸び最終分析時に始めて分析に供したものである。

分析法は前実験に同じ。

抵抗性測定は前実験同様にして葉の切断部に2回にわたつて接種し，一定期間毎に病斑伸長を測定した。接種の詳細は次の如くである。

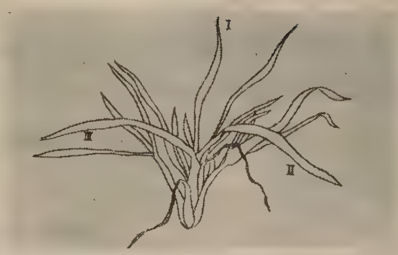
第1回—1月5日接種，供試菌 *T. incarnata* 馬鈴薯葡萄糖寒天35日目の培養，各肥料区2ポット宛，各ポット3～4株。

第2回—1月24日接種，供試菌 *T. incarnata* 11日目の培養（同上培養基），各肥料区1ポット宛。

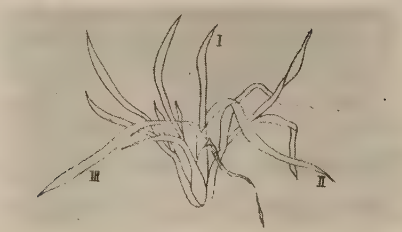
実験結果　第97～第101表及び第42, 43図に示した。始め N-fraction の変化を見るに，蛋白含量に関しては前実験同様，生重に対する含量は老葉で急激な低下が見られる。前実験にお



3 倍肥区



標準肥区



少肥区

第41図 実験 (48) に於ける供試小麦の状態

いてはⅢで急激な低下があつたのち，ⅡではⅠと平行して急激な低下は見られなかつたが，本実験ではⅢに続いてⅡでも低下が起つた。これは前実験と異なり本実験では追肥を行わなかつたため，雨水による肥料の流亡が著しく肥切れの状態となつたことによるものと思われる。アムモニアーNは，若葉では3月19日の分析においても全く増加を認めないが，各採葉時を通じて老葉ではアムモニアが増加している。アミドーNは前実験同様時間の経過に伴ない蓄積する。各採葉時を通じて常に中間葉で他の葉序に比して濃度が高い傾向が認められた。全N含

第97表 実験 (48) における標準肥区小麦葉の窒素成分分析表

(mg/生重 1 g)

採葉時期	葉序	含水量 (%)	全－N	蛋白－N	アムモニアーN	アミドーN	残余－N
12月22日	Ⅰ	71.5	9.96	7.46	0.022	0.330	2.150
	Ⅱ	73.3	9.93	7.85	0.021	0.401	1.658
	Ⅲ	77.2	7.48	5.24	0.037	0.272	1.931
2月1日	Ⅰ	79.6	9.82	7.08	0.015	0.648	2.077
	Ⅱ	81.9	7.97	5.36	0.022	0.796	1.792
	Ⅲ	85.7	4.06	2.08	0.066	0.430	1.484
3月19日	Ⅰ	82.2	9.41	6.74	0.023	0.699	1.948
	Ⅱ	84.7	7.52	4.90	0.039	0.932	1.649

(mg/乾重 1 g)

採葉時期	葉序	含水量 (%)	全－N	蛋白－N	アムモニア－N	アミドーN	残余－N
12月22日	I	—	34.94	26.19	0.077	1.159	7.514
	II	—	37.19	29.37	0.080	1.500	6.240
	III	—	32.65	22.91	0.161	1.190	8.389
2月1日	I	—	48.16	34.76	0.075	3.180	10.145
	II	—	44.29	29.56	0.119	4.390	10.221
	III	—	28.37	14.49	0.463	3.000	10.417
3月19日	I	—	52.87	37.86	0.129	3.925	10.857
	II	—	49.12	32.00	0.258	6.094	10.768

第98表 実験(48)における標準肥区小麦葉の窒素成分分析表

全Nに対する各N-fractionの比率(%)

採葉時期	葉序	蛋白—N	可溶性—N	アムモニア—N	アミド—N	残余—N
12月22日	I	74.89	25.10	0.221	3.313	21.586
	II	79.05	20.96	0.211	4.038	16.696
	III	70.05	29.93	0.495	3.636	25.815
2月1日	I	72.10	27.91	0.153	6.599	21.151
	II	67.25	32.73	0.276	9.987	22.484
	III	51.23	48.85	1.626	10.591	36.552
3月19日	I	71.62	28.38	0.244	7.424	20.712
	II	65.15	34.85	0.520	12.407	21.922

第99表 実験(48)における3倍肥区小麦葉の窒素成分分析表

(mg/生重 g)

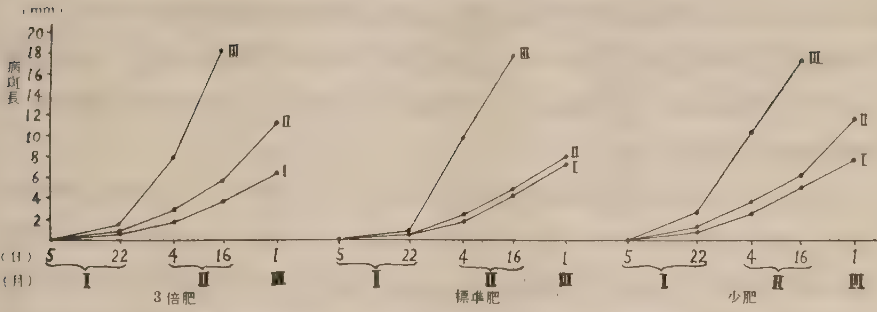
採葉時期	葉序	含水量 (%)	全－N	蛋白－N	アンモニア－N	アミドーN	残余－N
12月22日	I	75.2	12.89	9.73	—	—	—
	II	75.4	13.01	10.72	—	—	—
	III	80.1	11.64	9.42	—	—	—
2月1日	I	80.8	9.15	6.10	0.037	0.726	2.287
	II	82.5	8.30	5.43	0.023	1.031	1.816
	III	87.0	4.32	2.37	0.074	0.466	1.410
3月19日	0	83.8	9.94	6.49	0.019	1.214	2.217
	I	83.8	10.11	6.18	0.024	1.369	2.537
	II	87.5	7.73	4.45	0.031	1.590	1.609

第100表 実験(48)における小肥区小麦葉の窒素成分分析表 (mg/生重1g)

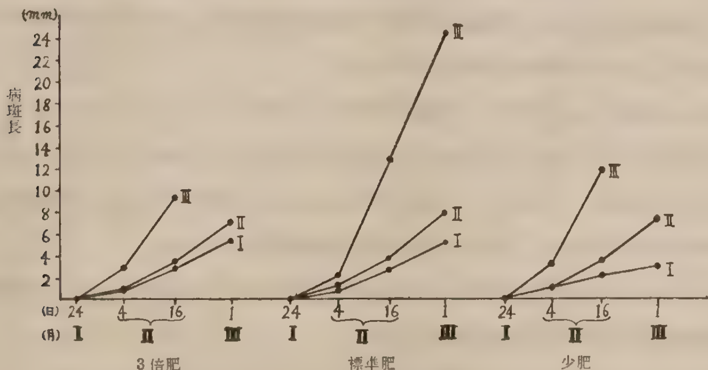
採葉時期	葉序	含水量	全－N	蛋白－N	可溶性－N
12月22日	Ⅰ	74.8	10.28	8.06	2.22
	Ⅱ	76.0	9.57	7.13	2.44
2月1日	Ⅰ	76.9	10.29	7.54	2.75
	Ⅱ	80.5	7.94	5.49	2.45
	Ⅲ	84.0	4.01	2.28	1.73

第101表 病斑長測定結果 (mm)

接種時期	肥料	葉序	調査株数		1月22日	平均	2月4日	平均	2月16日	平均	3月1日	平均
1月5日接種区	3倍肥	Ⅰ	第1区	5	0.28	0.4	0.92	1.6	2.66	3.7	5.28	6.3
			第2区	4	0.45		2.27		4.65		7.27	
		Ⅱ	第1区	5	0.45	0.6	2.65	2.9	4.80	5.6	8.8	11.1
			第2区	4	0.83		3.1		6.36		13.4	
		Ⅲ	第1区	5	1.20	1.4	7.27	8.0	19.70	18.2	—	—
			第2区	4	1.65		8.75		16.62		—	
	標準肥	Ⅰ	第1区	4	0.50	0.4	2.4	2.7	3.90	4.9	6.2	8.0
			第2区	3	0.33		3.0		5.90		9.76	
		Ⅱ	第1区	4	0.33	0.3	1.76	1.8	4.13	4.1	7.3	7.3
			第2区	3	—		—		—		—	
		Ⅲ	第1区	4	0.60	0.8	9.27	9.9	14.03	17.8	22.9	22.9
			第2区	3	0.90		10.5		21.60		—	
	少肥	Ⅰ	第1区	4	0.35	0.9	1.60	2.6	4.40	5.1	7.1	7.8
			第2区	3	1.40		3.60		5.80		8.4	
		Ⅱ	第1区	4	0.93	1.3	2.82	3.7	5.07	6.3	11.3	11.8
			第2区	3	1.7		4.53		7.60		12.2	
		Ⅲ	第1区	4	2.2	2.6	9.40	10.3	14.40	17.3	—	—
			第2区	3	3.0		11.10		20.16		—	
1月24日接種区	3倍肥	Ⅰ		5	—		0.9		2.9		5.5	
		Ⅱ		5	—		1.0		3.5		7.2	
		Ⅲ		5	—		2.9		9.4		—	
	標準肥	Ⅰ		4	—		0.9		2.9		5.3	
		Ⅱ		4	—		1.3		3.9		8.0	
		Ⅲ		4	—		2.1		13.0		24.5	
	少肥	Ⅰ		6	—		1.1		2.4		3.1	
		Ⅱ		6	—		1.2		3.7		7.6	
		Ⅲ		6	—		3.3		12.0		—	



第42図　実験(48)における病斑伸長曲線　(1月5日接種区)



第43図　実験(48)における病斑伸長曲線　(1月24日接種区)

量の変化を見るに対生体重は若葉で変化は少ないが，老葉で著しく減少する傾向が認められる。乾物量に対するN-fraction含量は一般に時間の経過につれ増加するが，これは糖消費に基く相対的な減少である。全Nに対する各fractionの変化を見るに時間の経過につれて蛋白－Nに対する可溶性－Nの比率が増加することが見られる。

以上の化学的変化に伴ない，前実験と同様に老葉で急激な抵抗性低下が見られる。本実験では，少肥，標準肥，3倍肥間に著しい差は見られなかつた。これは前述せるごとく，前実験とは異なり雨水による肥料の流亡を追肥で補うことをしなかつたためであろう。即ち初期の肥料の量の差で植物体の大小は異なるが，その後肥料の流亡で3試験区ともに肥切れの状態になつたと考えられる。そのため植物体の大小に対しては肥料の影響が現われたが，抵抗性に関する実験を行つた時には既に肥料の差は失われたと想像される。

實　驗　(49)　1950〜'51年冬季

目　　的　小麦の葉を高温暗黒に置いて，糖を消費せしめた場合，その糖の減少に比例して

T. incarnata に対する抵抗性が低下するかどうかを確かめるためにこの実験を行つた。

実 験 法 切り離した葉片をシャーレに入れ，0°C と約 10°C の場所に置き，一定時間後その葉片の汁液の屈折率及び含糖量をしらべ，同時に *T. incarnata* の含菌寒天片を接種して一定時間後の病斑長を測定した。

ワグネルポットに礫，砂及び埴壌土（pH. 6.5）を順次つめ，硫酸アンモニア 1.0 g，過燐酸石灰 0.5 g，硫酸加里 0.2 g，魚粕 2 g を加えたものに，「ドーソン1号」の種子をウスプルン 1,000 倍液で 30 分消毒して 10 月 7 日播種した。これを発芽後戸外に置き，充分 hardening せしめた。これを 12 月上旬低温の室内散光の場所に移し，1 月上旬より常温の室内散光の場所に移した。2 月 3 日に葉を切り離して実験に供した。実験時の植物の状態は次の如くである。茎数は 3 で，最若葉（Ⅰ）は第 7 葉に相当する。

衰弱処理は，切断した供試葉片を各葉序毎にシャーレの湿室に入れ，このシャーレは小型シャーレと大型シャーレとし，小型シャーレは 0.5° 及び 12.5°C の暗黒に 3 日（2 月 3 日～6 日）置いたのち接種に用い，大型シャーレは同じ処理をしたのち分析に用いた。0°C 区は上下及び四周を雪で覆つた箱内であり，12.5°C 区は暗黒電気恒温器を用いた。

接種法は，シャーレ内に葉片を置き *T. incarnata* 含菌寒天片を接着せしめた（第 4 章，第 28 図参照）接種後は 0.3～0.5°C 暗黒小室内に置いた。

供試菌としては *T. incarnata* 馬鈴薯葡萄糖寒天 21 日目の培養のものを用いた。

分析はウォルター氏法に従つて，密閉したガラス容器内に葉を入れて，高圧蒸気殺菌器内で加熱した後圧搾して汁液を取つた。この汁液につきアッベ氏屈折計で屈折率を測定した。糖はこの同一汁液につきフェーリング氏液の還元力を調べた。

実験結果 実験結果は第 102～104 表に示した。即ち病斑長はⅠ（最若葉）では衰弱処理にかかわらず全く変化を認めないが，次の老葉Ⅱでは抗抗性低下が認められた。Ⅲ以下では衰弱

第 102 表 実験 (49) の供試葉の葉色（接種時 2 月 6 日）

葉 序	0°C 区（無 衰 弱 区）	10°C 区（衰 弱 処 理 区）
Ⅰ	Cerro green～Spinach green	Cerro green
Ⅱ	Cerro green～Spinach green	Cerro green
Ⅲ	Cedar green	Oil yellow～Cosse green
Ⅳ	Cerro green～Javel green	Oil yellow or Javel green～Light greenish yellow
Ⅴ	Yellowish oil green～Oil green	Pinard yellow～Javel green

〔註〕 Ridgway color standard による。

第103表 衰弱処理と屈折率及びフェーリング氏液還元力との関係

葉序	0°C区（無衰弱区） 屈折率	フェーリング氏還元力	10°C区（衰弱処理区） 屈折率	フェーリング氏還元力
I	1.3438	+	1.3453	−
II	1.3430	+	1.3459	−
III	1.3421	+	1.3472	−
IV	1.3422	+	1.3449	−
V	1.3430	+	1.3438	−

〔註〕 ＋はフェーリング氏液の還元を示し，－は還元力が認められないことを示す。

第104表 実験(11)における衰弱処理と病斑長の関係

葉序	0°C区（無衰弱処理区） 供試葉数	病斑長	平均	病斑色	10°C区（衰弱処理区） 供試葉数	病斑長	平均	病斑色
I	5	5.18	4.92	W	5	5.02	4.81	W
	3	4.66			4	4.60		
II	5	4.76	4.44	W	5	6.96	7.33	W
	4	4.12			4	7.70		
III	5	6.72	5.59	W	—	—	—	—
	4	4.45			—	—		
IV	4	9.35	10.25	BY～W	—	—	—	—
	5	11.14			—	—		
V	5	9.98	7.29	BY～W	—	—	—	—
	3	4.60			—	—		

処理により枯死したため病斑長は測定できなかつた。含糖量はその衰弱期間に明らかに著しい消耗が認められた。かつその期間に10°C処理区の葉は0°C処理区に較べ水分を失つたことが屈折率測定結果から認められるから，糖の濃度は著しく減少したと見るべきであろう。即ち含糖量の減少にかかわらず，最若葉では抵抗性低下が認められなかつた。

植物の凍結及びそれに関連して耐寒性の問題は古くより植物生理学者の興味をひき，現在に至るまで多くの研究がなされ，その知識の蓄積は細胞生理学に大きな寄与をなした。その成果の一つとして越冬性作物における糖の異常な蓄積が注目せられ，特に Tumanov (1931), Mudra (1932), Dexter (1933), Constantinescue (1933), Kneen & Blish (1941), Suneson & Peltier (1938), Anderson (1944) は低温処理で耐寒性が増加する場合は必ず光を必要とすることを明らかにして，麦の越冬性における糖の意義をますます明確にした。これらの成果によつて糖の意義が明らかにせられたことは，麦の越冬性にとつて重大な業績であるが，一面あま

りにこれが過大視せられたきらいがある。そのために麦の雪害を論ずる場合にも，常に糖が第一義的に取扱われて来た。即ち安田 (1929)，福地・鈴木(1931)，TUMANOV (1935)，柿崎 (1936)，滝島 (1940) 等は積雪下で冬作物の汁液乾物率或いは糖が減少することを認めて，晩秋における糖の蓄積が積雪下暗所での小麦の生命維持に役立つと考えた。これら炭水化物代謝に関する論議が，N代謝に関する論議を呼び起すのは当然のことであつた。TUMANOV (1935) は小麦，ライ麦の積雪下における糖の分析結果から次のように推定した。即ち雪害を 3 相に分け，第 1 相では炭水化物の消耗が起り，第 2 相では炭水化物の消耗のために他の有機物，特に蛋白が分解する。第 3 相ではその結果植物は弱つて雪腐病菌の感染が起るとした。松尾 (1944) はこの説を敷衍して第 2 相は蛋白分解に基く NH_3—N の増加による原形質の害作用であるとした。しかしこれらはすべて推定にとどまり分析実験は伴なわなかつた。この過程を実験的に証明する試みが平井等 (1950) 及び筆者 (1950，C) により各々独立して行われた。平井等の結果によれば生重に対する蛋白—N は抵抗性品種で高く，可溶性—N（非蛋白—N）は雪下の後期では増加する。アミド及びアムモニア—N は抵抗性強弱品種ともに積雪下の時間経過でほとんど増加しない。ただ抵抗性弱品種ではアムモニアが雪下の末期にやや増加し反対に抵抗性強品種ではアミド—N がやや増加すると述べた。平井等の実験結果と筆者の実験結果の最大の差は，氏等が小麦地上部を一つと見て分析しているに対して，筆者の実験では葉序別に調べている点である。

KNEEN & BLISH (1941)，TUMANOV (1935) は hardening せられた小麦で糖が葉より根冠部に多いことを認め，筆者の実験でも同じ傾向が認められ，特に非還元糖（蔗糖）が若葉に高く老葉に低い傾向が認められた。その積雪下の減少を見るに，若葉での方が老葉でより減少の割合が速やかであるが常に若葉の方が濃度の高い傾向が認められる。還元糖については蔗糖の場合のような葉序間の差は一応認められるが，その差は僅少であり，かつ衰弱にあたつての減少も僅少で，比較的同一の量を保つ。したがつて越冬期間の麦にとつては，その主な貯蔵炭水化物は蔗糖と考えられる。NEWTON & BROWN (1926) は葉には冬季間澱粉は見られないが，葉鞘の通導組織の細胞には顕微化学的に見られると述べた。したがつて澱粉も雪下の貯蔵炭水化物と見られる。

NEWTON (1922) は冬季間，耐寒性の強い秋播小麦では水溶性 N の含量が最大であり，時期が進むとアミノ—N が増加すると述べている。NEWTON & BROWN (1926) は蛋白は hardening が進むと分解して可溶性窒素にかわる傾向を認めた。粗蛋白は 11 月までは減少し，その後変化しないという。WILHELM (1935) によればライ麦その他で蛋白は可溶性 N（主にアミノ酸）に

分解され，−2°C では明暗いずれでもほぼ同様の速さで起る。それより低温（−5〜−7°C）では蛋白の分解は −2°C でより遅いという。GASSNER & FRANKE (1934) は低温で発芽した小麦の子葉で蛋白の含量に変化はないが可溶性 N が増加するとした。これらの結果によれば低温では一般に蛋白に比して可溶性窒素の増大が認められる。筆者の実験によれば 0°C 低温暗黒下で全窒素に対する蛋白−N 含量は若老葉ともに時期が進むと減少するが，特に老葉で急激な蛋白分解が起る。この蛋白分解に伴ないアミド化合物は増加するがアムモニア—N は末期に至るも増加は認められない。ただ老葉では雪下の時期の如何にかかわらず，常に若葉に較べて著しく高い。若葉でアムモニア—N が雪下の末期でも蓄積しない理由の一つとして，前述せるごとき冬季間の小麦の異常な糖の蓄積をあげることができるであろう。ここで問題となるのはアミドの蓄積である。平井等 (1950) によればアミドの蓄積はほとんど認められない。このような違いが起つた理由として考えられることは両者の栽培法のちがいである。即ち平井等の場合は圃場に植えられた小麦を分析に供した。それに反して筆者はワグネルポットに育て，かつ正常な hardening を行わせる目的で戸外に置いたために肥料の流亡が起つた。そのため筆者の供試麦が全般的に肥料欠乏に傾いたと考えられる。GREGORY & BAPTISTE (1936) RICHARDS et al. (1936, 1938) によつて 3 要素の量と，大麦の代謝の関係が詳細に研究せられ，その際常に葉序の間の関係を中心として仕事が進められた。それらの結果によれば，窒素欠乏の場合は窒素含量は全体に著しく低下するが，N 代謝は正常のものと著しい変化は見られない。P 欠乏ではアミドの蓄積が特に顕著であり，また K 欠乏ではアミノ酸及びアミドの蓄積が認められた。そしてこれらの各要素の欠乏に共通して各葉の生命が短く，特に P，K の欠乏では急速に蛋白の分解が起ることが認められた。即ち一般に肥料欠乏によりアミドの増加が起ることが考えられる。故に筆者の実験では肥料欠乏の一般的症状が起つていると考えられる。以上に述べた筆者の実験結果において，アミノ酸，硝酸態 N などについて全く触れていないので，将来これについての検討が望ましい。また老葉での蛋白分解，N—化合物の転流の機作についても種々の説があり (CHIBNALL, 1939)，また最近では蛋白の合成と分解は同時に起るものであつて，，その一方の速度が他方より速やかな場合に分解或いは合成として現われると考えられている。それらの多くの問題の詳細な生理学的吟味は本研究の範囲外であるので，ここでは一応次のごとく結論しておきたいと思う。

暗黒 0°C の条件で小麦の老葉で著しい蛋白分解が起り，その分解産物は新葉形成部に送られる。この分解産物の過剰のものは多量にある糖と結合してアミド化合物となり蓄積される。し

たがつて若葉では末期に至るもアムモニアーNの増加は認められない。ただ常に老葉では若葉よりアムモニアーNが多い事実が認められる。

以上述べた生理化学的変化と抵抗性の変化の相関々係を見るに，老葉では蛋白分解が進むにつれて，*T. incarnata* の病斑伸長程度は急激に増加し，若葉では末期に至るも著しい増加は見られない。中間の葉はその中間を示して徐々に増加が見られる。即ち従来考えられて来たような小麦全体の衰弱によつて抵抗性が低下するという考え方は修正せられなければならない。即ち葉序間の物質代謝的関係に基づいて老葉で起る蛋白分解によつて老葉で抵抗性低下が起り，その後その衰弱（蛋白分解の一定限度以上の増大）が若葉に進むにつれて抵抗性低下も若葉に進むと考えられる。このことは切り離した葉による実験（実験 49 及び次の項 2 の実験）での病斑伸長曲線と比較することにより確かめられる。即ち附着葉では最若葉でもなお若干の病斑長の増加が認められるに反して，切り離した（転流の起らない）葉の最若葉では病斑長の増加は認められない。したがつて TUMANOV による小麦雪害の 3 相，即ち第 1 相炭水化物の消耗，第 2 相それに続いて起る蛋白の分解，第 3 相それに基く病原菌の侵害という考え方は修正せられなければならぬ。即ちこのように段階的に起るものではなくて，老葉では根雪の初期から糖が充分にあるにかかわらず，既に蛋白の分解及びそれに並行して起る抵抗性の低下が認められる。

この老葉での衰弱は徐々に次の葉に移行して，抵抗性の低下が次々と若葉に進むが，その速度の大小が小麦の抵抗性に影響を与えると考えなければならぬ。このような衰弱進行の遅速は肥料の量，播種期の早晩などにより異なつて来るであろう。

このようにして老葉での蛋白分解が抵抗性低下に重大な関係をもつことが判明したが，次に葉の中の糖の量の減少が直接抵抗性の低下と相関々係をもつかどうかを考えて見なければならぬ。実験 (49) 及び次項で述べる諸実験で切離した（転流の起らぬ）若葉での病斑伸長曲線は直線（或いは時間を隔てた数回の病斑伸長度の測定結果が同一）と見做される。一般にもし抵抗性低下が刻々に起つているとすれば，病斑伸長曲線は上向曲線となることが期待される。抵抗性が常に同一であれば直線となることが期待される。しかし非常に抵抗性が強い場合には，本来の抵抗性は同一であつても抗菌的反応性が強く現われて来て，下向曲線となつてついには病斑の伸長が停止することが考えられる。したがつて病斑伸長曲線が直線であるということは，それほど抵抗性の強くない状態で「抵抗性の強さが大体同一の状態を続けている」ことを示すと考えられる。故に若葉で病斑伸長曲線が直線と見做されるということは，その期間に抵抗性の低下は起らないと考えることができる。しかるにこの期間に糖は明らかに減少している

(実数 49)。故に糖の減少は抵抗性低下には直接の相関はもたないと結論される。即ち切離葉における糖の減少が蛋白の著しい分解を惹起する時期になつて始めて抵抗性の低下が起るということがいえる。

(2) 小麦の *Typhula* に對する抵抗性に關與する内部要因の間の相互關係

前項で小麦の生理化学的変化と抵抗性変化の関係を追求して，葉序間の物質代謝的関係（転流）が重大な意味をもつことを明らかにした。

この転流は葉の生理学的状態と抵抗性の関係を一層詳細に検討する場合に問題を複雑にする。したがつてこの転流を防ぐために切り離した葉を用いることによつて問題を単純化することができる。同時に附着葉における実験結果と比較することにより新しい知識を得ることができる。この切り離した葉を用いることは，その他に小さな空間で多くの実験区を設けることができるため実験施行上有利である。

以下に述べる実験は，以上の見解により切り離した葉を用いて葉の状態と抵抗性の関係を追求した。

しかし高等植物の切離葉で蛋白の著しい分解が起る場合のあることも報告されているので (CHIBNALL, 1937)，小麦の葉を切り離した場合の生理的な変化を調査する必要がある。次の実験でその点を調べた。

實　驗 (50) 1949～'50 年冬季

目　　的　切り離して 20 日間約 0.3～0.5°C の暗黒状態に保つた小麦葉の N-fraction を附着葉のそれと比較した。

実 験 法　供試材料は実験 (48) の 3 倍肥区の材料を用いた。2 月 1 日，Ⅰ（最若葉），Ⅱ（中間葉）を各々大型シャーレに入れ，実験 (47) と同一の 0.3～0.5°C 暗黒小室内に置いた。2 月20日にワグネルポットにそのまま植えた小麦の各葉序と上述のシャーレ内の切り離した葉を分析に供した。この期間中にこの切り離した葉は 0°C 多湿であるため健全状態を失わなかつた。

分析法は実験 (47) と同じ方法によつた。採取試料数は 1 箇ずつ，分析は各試料につき 2 回ずつ行つた。

実験結果　第 105 表に結果を示した。切り離した葉では附着葉より含水量が減る。また切り離した葉では各 N-fraction について転流が妨げられたことによる影響が見られるが，その差は著しいものではない。少なくも切離葉をほとんど 0°C の暗所に 20 日間置いても，著しい蛋白分解は起らず，むしろ附着葉に較べ蛋白分解が減少する傾向さえ認められる。

第105表 附着葉と切り離した葉の蛋白含量の比較

処理	葉序	含水量(%) 対生重	全 N (mg) 対生重 1 g	全 N (mg) 対乾重 1 g	蛋白N(mg) 対生重 1 g	蛋白N(mg) 対乾重 1 g	全Nに対する蛋白Nの(%)
附着葉	I	82.30	10.12	57.19	6.48	36.57	64.02
	II	85.00	7.82	52.10	4.66	31.11	59.60
切り離した葉	I	81.10	10.21	54.04	6.81	36.06	66.70
	II	82.80	10.04	58.30	5.56	32.45	55.43

實 驗 (51) 1948～'49年冬季

目　的 切り離した連続葉序における衰弱と抵抗性変化との関係を調べた。

実験法 小麦主茎の連続葉序 I（最若葉），II（中葉），III（老葉）を切り取りシャーレに入れ約 10°C の暗所に置き，衰弱せしめ種々の程度の衰弱葉の切断部に *T. incarnata* の含菌寒天片をつけて，その後の一定期間毎に病斑長を測定し，連続各葉序の抵抗性が衰弱によつてどのように影響されるかを調べた。

供試麦をワグネルポットに植え，秋季戸外で生育せしめたものを半地下 0°C の暗黒小室に置き，1 月上旬に室内散光の所に置き新葉を抽出せしめた。接種時に主茎の第 7 葉が抽出しつつあり，これを I とした。第 4 葉の葉舌部から第 5 葉の葉舌部までの距離は 3.5 cm，第 5 と 6 葉の間は 5.5 cm であり，既に節間成長を開始していた。

供試菌として *T. incarnata* 馬鈴薯葡萄糖寒天上のものを用い，即日接種は 10 日目の培養，3 日衰弱区は 13 日目の培養，6 日衰弱区は 16 日目の培養，10 日衰弱区は 10 日目の培養であつた。

接種法は葉を切りとつて葉片とし，その先端部側の切断部に含菌寒天片を接着した（第 4 章，第 28 図参照）。

衰弱処理は切り取つた葉片を 4 区に分け，その 1 区は直ちに *T. incarnata* を接種して 0°C 暗所に保ち，他は各々 3 日，6 日，10 日間約 10°C の暗所に置いて後接種して 0°C 暗所に置いた。切断後長時間放置したものの切断部は変化していることが考えられるので，3 日，6 日，10 日区では各々切断部をなお 2mm 程切り取つて，その新切断面に接種した。接種したものを貯蔵する 0°C 暗所は四周及び上下を完全に雪で覆つたブリキ箱内で，0°C を保つた。衰弱処理を行つた暗所は約 10°C で次のごとき温度を示した。

実験期間は 2 月 9 日第 1 回接種，その日から衰弱処理を始め，最後の調査は 3 月 9 日に行つた。

第106表　実験(51)の衰弱処理温度

月　日	2月11日	12　日	13　日	14　日	15　日	16　日	17　日	18　日	19　日
min.	9.0	10.0	—	9.5	9.5	9.0	8.0	—	8.0
max.	13.0	12.0	—	12.0	12.0	11.0	11.0	—	12.0

実験結果　第107, 108, 109, 110表及び第44, 45図に結果を示した。第44図は各衰弱区に接種した後10日目の病斑伸長を示した。横軸は約10°C暗所に貯えた日数（即ち衰弱せしめた時間の長さ）を示し縦軸は病斑長を示す。第45図は第44図で測定した材料でその後どのように病斑が進展するかを図示したものである。これらの図から衰弱のまだ進まない時期にはⅢ葉において一番病斑長小さく，他の葉序Ⅰ，Ⅱではそれより病斑長が大である。バリアンス分析（第107, 109, 110表）によれば10日目の病斑長では，この時期の葉序間の病斑長の差に意義をあたえることは難しいが，13日目の病斑長について見れば，老葉より若葉の方が病斑長が長いという事実は統計的に意味があることが判る。即ち老葉の方がかえつて若葉より菌に対して抵抗力があるといえる。しかるに約10°Cの暗所にあらかじめ6日間置いたものではⅡ，Ⅲにお

第107表　病斑長測定結果　(mm)

処理区別	即日接種（無衰弱処理）			3日目接種（3日間衰弱処理）			6日目接種（6日間衰弱処理）			10日目接種（10日間衰弱処理）		
葉序 / 接種後日数	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
10　日　目	1.9	2.4	1.3	1.7	1.4	1.1	2.0	3.8	5.6	1.2	1.6	—
13　日　目	2.9	4.4	2.0	2.8	2.5	1.8						
14　日　目							—*	7.6	—	2.1	2.5	—
16　日　目	3.2	5.0	2.7									
17　日　目				3.4	4.0	5.9						
18　日　目							—*	8.6	—	2.8	3.5	
20　日　目	4.9	7.1	6.1									
21　日　目				5.2	5.6	8.6						
22　日　目							6.1	12.6	—			
24　日　目	—*	8.9	8.5									
25　日　目				6.7	7.8	10.5						
28　日　目	6.4	11.9	10.0									

〔註〕 1) * 病斑と健全部の境界不明瞭で測定を行わず。

2) 接種後10日目の病斑長の平均値の差の有意義限界は次のとおり（即日，3日目，6日目についてのバリアンス分析による）。

$P<0.05$……1.41　　$P<0.01$……1.89

第 108 表 実験 (51) における病斑色

処理区別	即日接種（無衰弱処理）			3日目接種（3日間衰弱処理）			6日目接種（6日間衰弱処理）			10日目接種（10日間衰弱処理）		
接種後日数＼葉序	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
10 日目	W	W	BY	W	W	BY〜W	W	W	W	W	W	—
13 日目	W	W	BY	W	W	BY〜W						
14 日目							W	W	—	W	W	—
16 日目	W	W	BY									
17 日目				W	W	W						
18 日目							W	W	—	W	—	—
20 日目	W	W	W									

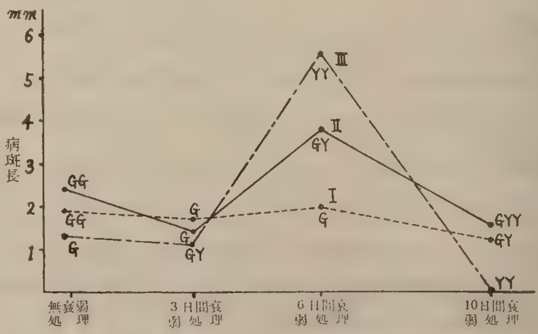
〔註〕 W 浸潤状（無色），BY 茶黄色

第 109 表 第 107 表の 10 日目病斑長のバリアンス分析表

（即日，3 日目，6 日目の区について計算）

	自由度	平方和	バリアンス	F 値
全体	44	129.213		
処理	8	85.749	10.7186	8.878**
衰弱 (A)	2	48.481	24.2405	20.078**
葉序 (B)	2	5.837	2.9185	2.4174
(A) × (B)	4	31.431	7.8577	6.5085**
誤差	36	43.464	1.2073	

ける抵抗性の低下著しく，I，II，III の順に病斑長が大となる。即ち抵抗性の順序は逆転して老葉の方が菌に対して弱くなる。10 日間 10°C に置いて葉色著しく褪色したものでは病斑伸長再び低下して特に III では葉色完全に褪色して病斑を生じないばかりでなく，接種せる含菌寒天片

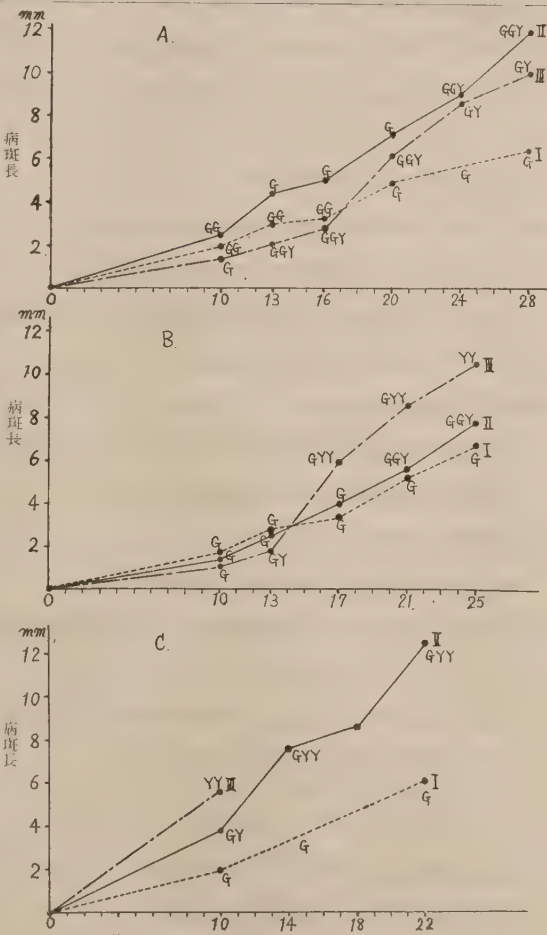


第 44 図 一定期間衰弱せしめた麦の接種後 10 日目の病斑長比較

第110表 第107表の13日目の病斑長のバリアンス分析表

変因	自由度	平方和	バリアンス	F値
全体	29	51.428		
処理	5	21.256	4.2512	3.38 *
衰弱 (A)	1	4.033	4.033	3.208
葉序 (B)	2	12.462	6.231	4.957*
A × B	2	4.761	2.3805	1.8937
誤差	24	30.172	1.257	

は空中菌糸を生ぜず，寒天片は黄化し内部の菌糸も死滅したような外観を呈する。これは10°C 10日間に葉片上に細菌が発生したためとも考えられるが，理由は不明である。病斑のその後の進展を見ると（第45図，A, B, 及びC），やはり初期にはかえつて若葉の方が老葉より菌に侵され易かつたのが，衰弱が進むとⅠ，Ⅱ，Ⅲの病斑長の順位が逆転して，老葉の方がかえつて弱くなるのが認められる。またこのABのⅢのS字曲線は注意を要する。この曲線は衰弱が進むにつれて病斑の進展速度が大となるが，一定以上に衰弱が進むとかえつて病斑の進展速度が減少することを示すもののように考えられる。このS字曲線は衰弱期間の長いものほど速かに起つているのは興味ある事実である。第44, 45図でG, Yの記号で示される葉の褪色と病斑の進展の間にはきわめて



A……無衰弱処理区の病斑伸長曲線
B……3日間衰弱処理区の病斑伸長曲線
C……6日間衰弱処理区の病斑伸長曲線
葉色……GG（緑色）>G>GGY>GY>GYY>YY（黄色）
第45図 実験(51)の各衰弱処理区の0°Cにおける病斑伸長曲線

密接な関係があることが認められる。このことは衰弱過程と病斑進展の間にきわめて顕著な関係のあることを示している。

次に第108表の病斑色を見るに，衰弱未だ著しくない状態では，即ち若葉の方が老葉より菌に侵され易い時期には老葉Ⅲの病斑は黄褐色を呈し，後病斑の進展大となると共に無色浸潤状となる。それに反して若葉Ⅰ及びⅡでは始めから病斑が浸潤状である。

本実験は切り離した葉による実験であり，そのために物質の転流などの起らない，いわば「閉ざされた場」における衰弱であつてこの結果をそのまま圃場の小麦の場合にあてはめることはできない。しかし衰弱と抵抗性の消長の関係について結論を引き出しても誤のないものであろう。

實　驗　(52)　1949～'50 年冬季

目　　的　前述の実験で，小麦の各葉序の抵抗性の差が必ずしも衰弱だけによるものでないことを知つた。以下の実験はこの問題をなお明瞭にするために行つた。

実 験 法　前実験とほぼ同様の実験を行つた。ただ本実験では，新葉を形成せしめない（したがつて戸外で生長した葉のみ）葉を用いた。また病斑長と同時にジョリーバランスを用いて各葉序の機械的強度を測定し，さらに各葉序の葉を搾つてその汁液で *T. incarnata* の培養を行い，また低温殺菌 *T. incarnata* 寒天培養による着色を調査した。

供試植物は本章実験 (48) の標準肥区の小麦「ドーソン1号」で，実験直前に 0°C の小室から取り出して用いた。

接種法は前実験同様，葉を切つて切片とし，その切片をシャーレに入れて約 12°C の暗所に置いた。即日接種区は 12°C 暗所に置くことなく葉を切り取つた直後に 0°C 暗所に置いた。他の区は各々 3，6，11 日後に接種して 0°C に置いた。

供試菌　即日接種区 *T. incarnata* 馬鈴薯葡萄糖寒天 14 日目の培養

3 日目接種区……同上 14 日目の培養

6 日目接種区……同上 13 日目の培養

11 日目接種区……同上 7 日目の培養

接種は前実験と同様に葉の切断部に含菌寒天片を接着して行つた。

組織の機械的強度の測定には，貫穿抵抗を測定し，その値をもつて機械的強度を表示するものとした。衰弱処理を施さない（12°C に保たぬ）葉片を流動パラフィンに浸漬して測定した。測定にあつては伊藤・坂本 (1936) の考案した貫穿抵抗測定装置（改良ジョリーバランス）を用いた。測定値はジョリーバランスの撥条の短縮の長さをもつて現わした。即ち短縮距離の長い

ほど抵抗の強いことを示す。なお針の先端の太さは約30 μ で截形である。

搾汁培養の方法は各衰弱処理区の接種日に同一材料から搾汁し，ワルター氏の氷点降下測定用汁液搾汁法に従い，密閉したガラス管に入れ，100°C のコッホ氏蒸気殺菌釜で1時間加熱し，後圧搾して，その汁液を直径 9 mm，長さ 10 cm のガラス管に 0.5 cc ずつ入れ，綿栓をほどこしてから高圧殺菌をした。各衰弱区の汁液が全部そろつた時（可及的に蒸発を防ぐため，前に搾汁した汁液を入れた管は 0°C の場所に入れて置いた）各管に 0.01 g の寒天を入れ 100°C で30分加熱して斜面とした。斜面とする場合は高さを加減して，各管の寒天の長さを一定にするよう努めた。この各管にシャーレで培養した *T. incarnata*（10日目の培養）の含菌寒天片を約3 mm の内径の型でぬいたものを接種して，後 0.5°C の場所に置いた。13日目及び21日目にコロニーの直径を測定比較した。また接種に用いた培養を 46°C で 40 分間処理したものを各葉序の葉切断部に接着（生菌接種の場合と全く同様にした）して後 0.5°C の暗所に置き一定日数毎にその着色の有無を調べた。

実験時期は 1950 年 1 月 19 日で，即日接種区に菌接種，同時に上述の諸調査を開始した。

実験結果　結果は第111～116表に示したがこの実験は前実験とは異なり，戸外で自然に育てたままの状態で 0°C の暗所に貯蔵されていた植物を用いた。そのために各葉序と病斑長の関係は前実験とは異つている。即ち無衰弱処理区での病斑長の順位（抵抗性の強度の順位の逆）は　I＝II＜III である（統計的に有意）。この場合無衰弱処理区と3日間衰弱処理区で最若葉（I）の病斑長がほとんど等しく，抵抗性の低下が見られず，6日間衰弱区で始めて抵抗性の低下が始つているのは注意すべきである（統計的に有意義）。

各葉からの搾汁による培養結果を見るに，無衰弱区及び6日間衰弱区では菌糸成長量の順位は　I＜II＜III　で病斑長の順位と良く一致する。

ジョリーバランスによる貫穿抵抗値は　I＞II≒III である（統計的に有意）。一般に若葉より老葉の方が機械的組織の発達が著しいが，この結果はそれに反している。これは次のように説明される。即ち伊藤・坂本（1939）が詳細な実験で示したところによれば，細胞の膨圧によつて支配される値であり，したがつて上述の結果は I，II，III 葉の新鮮度を示すものであり，II，III は既に衰弱を始めていることを示しているものであろう。低温殺菌 *T. incarnata* 含菌寒天片による褐色の着色は 0°C の条件ではあるが必ずしも細菌の繁殖を否定し得ないから，この着色をもつて直ちに *T. incarnata* の産生物質に対する反応と見る訳には行かず，或いは細菌の産物によるかも知れない。しかし仮に細菌産物に対する着色反応であるとしても，少なくも葉の当

第 111 表　実験 (52) の供試葉片の色及び病斑色

処理	葉序	葉の色（接種時）	病斑の色
無衰弱処理	I	Cerro green	BY
	II	Cerro green～Oil green	B
	III	Yellowish oil green～Pyrite yellow 基部 Oil green	Y (W)
3 日間衰弱処理	I	Cerro green	BYY～Y (W)
	II	Lettuce green	B～Y (W)
	III	Pyrity yellow～Sulphine yellow	Y (W)
6 日間衰弱処理	I	Oil green～Lettuce green	Y (W)
	II	Jovel green～Empire yellow	Y (W)
	III	Apricot yellow～Sulphine yellow	—
11日間衰弱処理	I	Apricot yellow（基部 green yellow）	—
	II	Apricot yellow（基部 green yellow）	—
	III	—	—

〔註〕 Ridgway Color standard による。
B…褐色　BY…B より淡色　BYY…BY より淡色　Y…黄色　Y (W)…浸潤状で且つ黄色を示す。

第 112 表　衰弱処理と病斑長，反応性，汁液上の菌成長量及び貫穿抵抗値の間の関係

衰弱処理	葉序	接種後 12 日目病斑長 (mm) 調査葉数	病斑長	反応性（低温殺菌含菌寒天片による着色）	圧搾汁培養基上の 21 日目の菌糸成長量 (cm) 個々の測定値			平均
無衰弱処理	I	5	1.48	12日目着色	1.60	1.65	2.10	1.78
	II	4	1.93	同上	2.40	2.25	1.50	2.05
	III	5	9.87	15日目着色なし	2.25	2.50	2.70	2.48
3 日間衰弱処理	I	5	1.58	12日目着色なし	—	—	—	—
	II	5	4.15	同上	—	—	—	—
	III	—	—	同上	—	—	—	—
6 日間衰弱処理	I	4	4.14	9 日目着色なし	1.40	0.40	1.15	0.98
	II	5	8.73	同上	1.30	1.40	1.00	1.23
	III	—	—	同上	—	2.75	2.70	2.73
11日間衰弱処理	I	—	—	—	1.50	2.00	—	1.75
	II	—	—	—	1.70	1.65	1.55	1.63
	III	—	—	—				

〔註〕 病斑長の平均値の差の統計的有意義限界
各処理区間についてバリアンス分析を行つた結果によれば

P＜0.05……2.789……(第 113 表)

この数字が大であるのは衰弱葉の病斑長の偏差が著しく大であるためである。したがつて未衰弱葉の比較には衰弱葉を除いてバリアンス分析を行う方が合理的である。その意味で I 葉についてのみバリアンス分析を行つた結果次のごとき数字を得た。

P＜0.05………… 0.557 ⎫
P＜0.01………… 0.787 ⎭（第 114 表）

該部位の異物質に対する反応能力を示すと見ることができる。この場合その着色部は何ら拡大せず，葉の切断面に局限されていた。以上の理由によりこの着色を一応反応能力と見るならば，無衰弱処理区の最若葉のみが着色を見たから反応能力の順位は無衰弱処理区の場合　Ⅰ＞Ⅱ，Ⅲと見ることができる。

病斑色を見ると無衰弱処理区の場合着色の順位は　Ⅱ＞Ⅰ＞Ⅲとなつている。

これらの結果の解釈は論議の項で述べる。

第113表　第112表の病斑長各処理区間のバリアンス分析表

変因	自由度	平方和	バリアンス	F値
全体	32	468.787		
処理	6	349.136	58.189	12.644**
誤差	26	119.651	4.602	

第114表　第112表の病斑長Ⅰ葉についてのみのバリアンス分析表

変因	自由度	平方和	バリアンス	F値
全体	13	21.214		
処理	2	19.451	9.726	60.671**
誤差	11	1.763	0.1603	

第115表　実験(52)の葉序の貫穿抵抗値（ジョリーバランスによる）の比較

葉序	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
貫穿抵抗値平均	7.51	4.70	4.32

〔註〕 平均値の差の有意義限界は次のとおり。

$P<0.05$…………2.34

$P<0.01$…………3.24

第116表　第115表のバリアンス分析表

変因	自由度	平方和	バリアンス	F値
全体	17	91.011		
処理	2	36.520	18.26	5.027*
誤差	15	45.491	3.63	

實驗　(53)　1949～'50年冬季

目　的　前実験に同じ。

実 験 法 戸外で育てた小麦を室内にしばらく置き，新葉を形成し始めたものを用い，切り離した各葉序を前実験同様約 10°C の暗所に置いて衰弱せしめて，菌を接種し，病斑長により抵抗性の低下の状況を調べ，それに平行してジョリーバランスによる貫穿抵抗を調べ，また前実験同様細胞の反応性，葉色，病斑色を調べた，

供試植物は本章，実験 (48) における標準肥区のワグネルポットの「ドーソン1号」を 1 月 23 日に 0°C の暗所から 10°C 前後の室内に持ち来り，新葉を形成し始めたものを実験に供した。即ちⅠは最若葉で室内で育つた弱々しい新葉であり，Ⅲは戸外で育てた葉で既にやや褪色を始めているが，強剛な葉であり，Ⅱはその中間であつた。

供試菌は *T. incarnata* の馬鈴薯葡萄糖寒天 14 日目の培養のものであり。接種法は前実験同様に葉を切片としてシャーレに入れたものを 2 区に分ち，1 区は 0.5°C 暗所に保ち，1 区は 9.5°C の暗黒電気恒温器に置いた。2 日後に両区の葉片を取り出して *T. incarnata* 含菌寒天片をつけて，後 0.5°C の冷蔵庫中に入れた。要領は前実験と同様である。

組織の機械的強度の測定は前実験と同じで，低温殺菌含菌寒天片による着色の調査も前実験と同様であるが，*T. incarnata* 馬鈴薯葡萄糖寒天 21 日目の培養を 46～47° に 1 時間保つて低温殺菌を行い，1950 年 2 月 17 日に接種を行つた。

実験結果 第 117～120 表に結果を示した。本実験に使用した麦は戸外で強剛に成長した麦を室内に持つて来て新葉を形成せしめたために，Ⅰは弱々しく，Ⅲは強剛で，Ⅱはその中間の外観を呈した。この外観に一致して，病斑長の順位（したがつて抵抗性の強さの逆）は Ⅰ＞Ⅱ＞Ⅲであつた（統計的に有意）。この順位は貫穿抵抗値（機械的強剛性）と丁度逆の順位である。この貫穿抵抗値の順位は前実験とは異なるが，これは新鮮葉と老葉の機械的組織の強度の差が，細胞の膨圧の差による貫穿抵抗値の順位を覆つて現われたと見るべきであろう。

第117表 実験(53)における葉色

処理	葉序	接種時	病斑長測定時
無衰弱処理区	Ⅰ	Parrot green と Grass greenの中間	Lettuce green
	Ⅱ	Lettuce green	Cosse green
	Ⅲ	Cerro green と Cosse green のまだら	Javel green
2 日間衰弱処理区	Ⅰ	Parrot green と Grass green の中間	Cosse green～Lettuce green
	Ⅱ	Lettuce green と Cosse green のまだら	Javel green
	Ⅲ	Oil green と Javel green のまだら	Oil green

Ridgway Color standards による。

第118表　衰弱処理と病斑長，反応性及び貫穿抵抗値の関係

処理	葉序	病斑長 (mm)	貫穿抵抗測定値 各葉測定値		貫穿抵抗測定値 平均	反応性（低温殺菌含菌寒天片による着色）
無衰弱処理区	I	4.8	3.26	3.77	3.52	15日目±　20日目＋
	II	3.2	3.43	3.45	3.44	20日目±
	III	2.3	4.38	6.47	5.43	20日目−
2日間衰弱処理区	I	4.7	3.30	3.35	3.33	20日目±
	II	3.5	4.45	4.52	4.48	20日目−
	III	2.4[1]	5.10	5.17	5.14	20日目−

〔註〕 1) 透明部が第45図の如く張り出しているがその長さを入れれば6.0 mm。

2) 病斑長の平均値の差の統計的有意限界

$P<0.05$…………0.79

$P<0.01$…………1.07

第119表　第118表における病斑の色

処理	葉序	病斑の色
無衰弱処理区	I	浸潤状無色
	II	やや青味あり，淡褐色の線あり
	III	褐色特に健全部に近く濃褐色着色線あり
2日間衰弱処理区	I	無衰弱のIと同
	II	無衰弱のIIと同
	III	無衰弱のIIIと同，ただし所々に透明部現われる（第3図参照）。

第120表　第118表の病斑長のバリアンス分析表

変因	自由度	平方和	バリアンス	F値
全体	29	37.153		
処理	5	28.405	5.681	15.585**
衰弱 (A)	1	0.114	0.114	—
葉序 (B)	2	28.105	14.052	38.552**
(A) × (B)	2	0.186	0.093	—
誤差	24	8.749	0.365	

低温殺菌菌による反応性は無衰弱処理区も 2 日間衰弱処理区も共に I が強く II，III は着色を見なかつた（前実験の結論における低温殺菌による着色反応について論議参照）。葉色は III では既に黄化が始まつていたが，I，II はなお緑色を呈していた（第 117 表参照）。

病斑色の濃淡の順位は　III > II > I であつた。この病斑色は無衰弱処理区，衰弱処理区ともに同じだつたが，ただ 2 日衰弱区の III では第 46 図に示すごとく褐色部から水浸状部が所々に出始めていた。



第 46 図　2 日間衰弱処理区の III の病斑の状況

これらの結果の解釈は論議で述べる。

實　験（54）1948～'49 年冬季

目　　的　強い寄主小麦と弱い寄主小麦に対して，各々強い菌と弱い菌を接種して，小麦が *T. incarnata* に対して如何に反応するかを調べた。

実 験 法　供試植物は強，弱の寄主を得るために次のように処置した秋播小麦「ドーソン 1 号」を用いた。

強寄主……実験（47）における多肥区の「ドーソン 1 号」を接種日（2 月 7 日）に 0°C の暗黒室より取り出し室内に持ち来たつて直ちに接種した。

弱寄主……上記と同じ小麦を 1 月初旬小室より取り出し，廊下の午前中の光のさし込む場所に置いて新葉を形成せしめ，その新葉を用いた。

前者は戸外で強剛に育つた葉であり，後者は弱々しい葉であつた。接種の結果から前者は抵抗性強く，後者は弱いことが知られた。

接種法は切り離した葉をシャーレに入れ，切断部に含菌寒天片をつけた（第 27 図）。

供試菌としては *T. incarnata* の馬鈴薯葡萄糖寒天培養 8 日目の新鮮培養菌及び培養 68 日目の古培養菌で，接種試験の結果に明らかなように，前者は病斑伸長大であり，後者は小である。即ち前者は病原性大で後者は小である。これらの菌の培養基上での成長を比較するために，葉片に接種すると同時にその一部をシャーレの平面寒天培養基（馬鈴薯葡萄糖寒天）上に植えてそのコロニー伸長を測定した。接種後は 0.5°C 恒温（前実験と同じ）の暗所に置いた。

実験結果　結果は第 121～123 表及び第 47，48 図に示した。同一の菌でも強い寄主に接種した場合は病斑の色濃く，弱い寄主に接種した場合は無色浸潤状（或いは淡色）の病斑となり，同時に前者では病斑伸長度小さく，後者で大である。その様相は全く異なつた菌を接種したごと

き外観を呈する。また逆に同一の寄主でも新鮮培養菌の場合は病斑の色淡く，古培養菌の場合は病斑の褐色が濃い。これに伴ない前者では病斑長大で後者では小である。特に古培養菌を強い寄主に接種した場合に現われる病斑は濃褐色に着色し，その後病斑は拡大せず，葉色褪色して寄主の衰弱が甚しくなつてからIII葉で先ず病斑の進展が始まる。I，IIでは末期になつてようやく供試葉の何割かに病斑の進展開始を見るに過ぎない。接種と同時にシャーレの馬鈴薯葡萄糖寒天培養基に接種したコロニーの進展を見るに培養基上では古培養菌は初期に発育遅いが後期には新鮮培養と全く同じ速度で発育することが知られる。この事実から考えれば古培養菌を強寄主に接種した場合に，初め僅かの病斑ができるだけでその後，最後期に至るまで病斑の

第121表 実験(54)の葉の色

寄主の強弱 / 葉序 / 接種後日数	強寄主			弱寄主		
	I	II	III	I	II	III
12 日目	GG	GG	GG	GG	GG	G
16 日目	GG	GG	G	GG	GG	G
22 日目	GG	GG	GGY	GG	GG	GY
26 日目	GG	GG	GGY	GG	G	GY
30 日目	GG	G	GY	GG	GGY	GY

〔註〕 記号は本項(2)の第43図の記号と同じ。

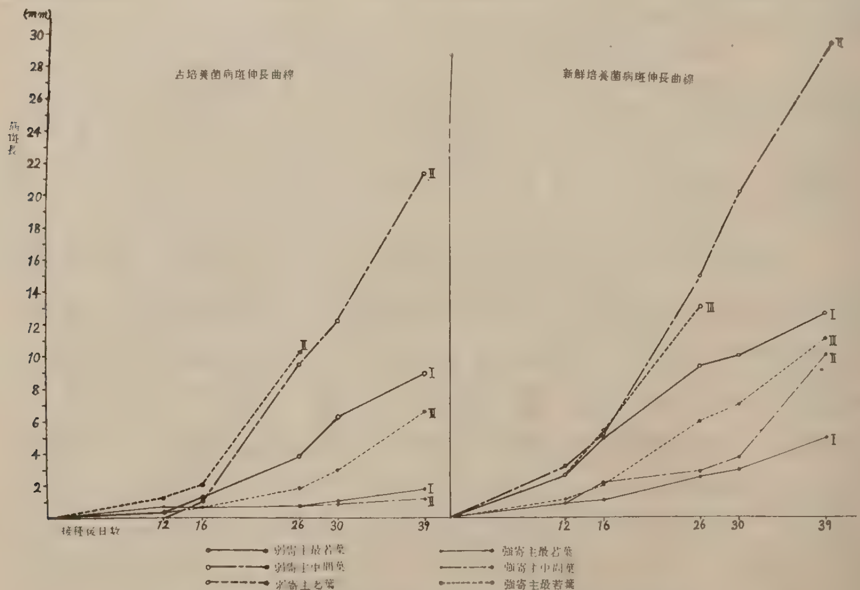
第22表 病斑色と寄主及び寄生菌の強弱の相互関係（実験54）

接種菌の種類	古培養菌						新鮮培養菌					
寄主の強弱	強寄主			弱寄主			強寄主			弱寄主		
葉序 / 接種後日数	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
12 日目	B	B	B	W	W	W↓B	B↓W↓BY	BY↓Y	BY↓Y	W	W	BY↓W
16 日目	B	B	B	W↓B	W↓B	W↓B	W	W↓BY	BY	W	W	W
22 日目	B	B	B↓BY	W↓B	W	W	B↓W	BY	BY↓W	W	W	W
26 日目	B↓W	B	B↓BY↓W	W	W	W	W↓BY	W↓BY	W	W	W	W
30 日目	B↓W	B↓W	BY↓W	W	W	W	W↓BY	W↓BY	W	W	W	W
39 日目	W	W	W	W	W	—	W	W↓BY	W	W	W	—

〔註〕 記号は B……褐色 BY……淡褐色 W……無色浸潤状

第 123 表 病斑長と寄主及び寄生菌の強弱の相互関係（実験 54）

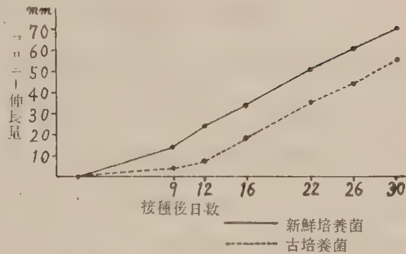
菌の種類		古培養菌						新鮮培養菌					
寄主の強弱		強寄主			弱寄主			強寄主			弱寄主		
葉序		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
供試葉数／接種後日数		4	5	5	5	5	3	5	4	5	5	5	5
12 日目	範囲 (mm)	0.5〜0.7	0.3〜0.6	0.6〜1.0	±〜0.5	±	0.6〜1.6	0.6〜1.5	0.7〜1.0	0.9〜1.5	2.5〜3.0	3.0〜3.5	1.8〜4.0
	平均	0.57	0.4	0.58	0.26	±	1.23	0.88	0.88	1.18	2.66	3.26	2.66
16 日目	範囲 (mm)	0.6〜0.8	0.6〜0.8	0.4〜1.0	1.0〜1.7	0.2〜1.4	0.6〜3.3	0.8〜1.4	1.4〜3.8	1.6〜2.5	3.8〜6.0	4.9〜6.1	3.7〜6.6
	平培	0.7	0.66	0.64	1.26	1.0	2.06	1.12	2.18	2.06	5.02	5.38	5.2
26 日目	範囲 (mm)	0.6〜1.0	0.6〜1.0	0.9〜2.8	2.6〜4.2	8.4〜11.0	9.3〜11.0	1.9〜2.8	2.2〜3.4	5.3〜6.8	8.7〜10.0	10.3〜21.2	12.0〜14.4
	平均	0.8	0.78	1.8	3.8	9.5	10.2	2.54	2.87	6.02	9.34	14.86	12.96
30 日目	範囲 (mm)	0.8〜1.6	0.6〜1.5	2.0〜4.05	5.2〜8.0	10.0〜14.0	枯死	2.0〜3.6	3.0〜4.3	5.6〜8.8	9.0〜11.3	13.7〜27.5	枯死
	平均	1.13	0.84	2.99	6.2	12.1		3.02	3.76	7.02	9.98	20.25	
39 日目	範囲 (mm)	0.8〜3.4	0.8〜2.93	4.6〜10.0	8.0〜9.8	19.0〜24.0	—	4.8〜5.0	6.3〜12.5	10.0〜13.0	11.0〜14.5	23.0〜36.0	—
	平均	1.83	1.25	6.66	8.96	21.2	—	4.96	9.93	11.0	12.5	29.5	—



第 47 図 病斑伸長曲線と寄主の強弱及び菌の強弱の相互関係

進展を見ないのは，菌が寄主体により何らかの発育阻害的影響を受けたと見るべきであろう。

以上の実験は，病斑の色及びその侵害程度は菌或いは寄主に固定した特性ではなく，寄主の性質と菌の性質の相対的関係で決定されることを示している。



第48図 実験（54）供試菌の培養基上の発育曲線

また論議の項で述べるごとく，病斑伸長曲線が直線の場合は衰弱の影響がまだ現われていないと解釈されるから，強寄主と弱寄主のⅠでの発病曲線は新鮮培養菌の場合はほぼ直線と見做すべきで（第47図），したがつて衰弱の影響は現われていないと見られる。この場合Ⅰの病斑伸長が強寄主より弱寄主で非常に大であることは衰弱以外になお重大な強弱の要素があることを示している。即ち未衰弱葉にも強弱の差のあることを知る。この未衰弱葉の強弱の問題は越冬性において重大な意義をもつものと考えられる。

なお古培養菌接着の場合，初期に病斑進展遅く，そのためⅠにおいても上向曲線を示すごとき観を呈するが，詳細に検討すればやはりほぼ直線と見做すべきように考えられる。

一般に植物の病害で，病斑部の濃厚な褐色化現象，或いは被侵害細胞の褐色化が抵抗性と関係があると認められている。*Typhula* に対する小麦の抵抗性の場合にも本研究の各実験を通じて褐色化する場合は抵抗性が強いことが認められた。ここではこの褐色化現象と機械的組織の強弱の間の関係について述べる。

本章の実験を通じて戸外で生育した強剛な小麦を室内に放置して新葉を形成せしめた場合，新葉では葉色が緑で未だ衰弱が起つていない状態でも病斑は着色せず（第2節5で示すごとく古培養菌の場合は新葉でも着色する），老葉では既に黄化を始めて既に衰弱が始まつていることが顕著であつても，なお病斑は褐色に着色して病斑長の順位はⅠ，Ⅱ＞Ⅲである。何故新葉で着色がほとんどないのかを明らかにするため，切断面に *Typhula* 培養の低温殺菌寒天片を接着すると新葉で褐色化が起り，老葉では起らない。この場合低温殺菌寒天片を接着した場合 0°C に置いてあつてもなお細菌の発生を無視できないが，しかし何れにせよそれによつて起る褐色化は反応性を示すと考えてよいであろう。即ち反応する能力は新葉＞老葉であるが，実際の生菌の場合の褐色化の強弱は老葉＞新葉である。このように低温殺菌寒天片と生菌の間に差がで

きる理由として進展速度を考えれば都合よく説明できるように思われる。即ち室内形成新葉では機械的防護組織弱く，そのために進展速度はやく，褐色化の起る速度より腐敗の速度が速かであり，老成葉（戸外生成葉）では機械的防護組織が強いので反応能力は弱くても，褐色化が起る速度が腐敗の速度より速かであることが考えられる。このため上述のごとく，老成葉でかえつて褐色が濃いという結果が現われるのであろう。即ちこの場合，機械的組織の強弱と反応性が共働して機械的組織が強いと反応性が強く現われ，したがつて抵抗性は倍加されると考えられる。即ち機械的な組織がある程度以上に強剛である場合は，それが限定要因となつて抗菌的反応能力の多少は抵抗性の表現の強弱に直接大きな影響をもたぬと考えることができる。しかしこれらの考え方は仮説にとどまり今後の検討をまたなければならぬ。ただここでは，この問題に関連して次の事実に注意を向けるにとどめたい。即ち上述と同様に育てた麦，即ち戸外生育の強剛な植物を室内にもつて来て室内生育新葉を形成せしめ，各葉序の切断部に菌を接着した場合，病斑部に現われる褐色の線の数を測定した結果第 124 表の如き数字を得た。即ち新葉（Ⅰ）では，褐色線の間隔大で，老葉（Ⅲ，Ⅳ）では間隔小である。その線が多数にあるため老葉では全体に褐色と見える場合が多い。また線不明で全体が褐色に見える場合も多い。これらの事実は，もしこの褐色線が菌の進展に対する阻止線であると仮定すれば，菌の進展速度の大小によつてその間隔の大小が説明できるであろう。この問題に関連して河村・小野 (1948) の次の観察は興味がある。即ちいもち病抵抗性品種では変色細胞が膨れて細胞間隙がなくなり，罹病性品種では細胞間隙が残ることを見出して，いもち病抵抗性水稲品種では菌糸が蔓延する道をふさがれると結論した。また鈴木 (1950) は「褐変が絶えず菌糸の存在する場所の周辺を包んでいる場合は抵抗性となる。これに反して褐変が遅れて菌糸の伸長を追つて現われる場合，フェノール化合物は全く抵抗性に関与しない」と述べた。これらの考え方は筆者の上述の

第 124 表　葉序と病斑に現われる着色線の数の関係

葉　序	供試葉	病斑長平均 (mm)	着色線の数 (平均)	着色線間の間隔 (平均) (mm)	病斑の色
Ⅰ	10	7.02	0.6	11.7	無　色
Ⅱ	10	6.57	2.4	2.7	暗　色
Ⅲ	10	4.54	2.6	1.7	褐　色
Ⅳ	1	4.50	3.0	1.5	褐　色

〔註〕 戸外で生育した麦を室内に移し新葉を形成せしめた「ドーソン 1 号」を鉢植えのまま用いた。葉の切断部に *T.incarnata* (25 日目の培養) 含菌寒天片を接着。接種中の温度は 0.5～1.0°C。接種後 26 日目の病斑を調査。

結論と一致するもののようである。

以上に述べた二つの考え方，即ち「機械的組織の強弱と反応性の共働（或いは相互関連性）」及び抵抗性における諸因子の限定要因性は植物の抵抗性の分析に欠くべからざる概念である。即ち作物を囲むあらゆる環境要因は何等かの意味で作物に影響し，したがつて抵抗性に関係があるはずである。故に漠然と抵抗性に関係する要因は何かということを探求することは無意味であつて，われわれがどの要因が抵抗性に関係があるかを調べる場合は「何が抵抗性を支配する限定要因になつているか，それらの要因は相互にどのような関係をもつか」を問題とすべきであろう。この場合の要因とは外部要因（例えば温度，光，栄養など），内部要因（親和性，機械的組織の強弱，反応性，栄養の多少など）である。

このように寄主植物の内部要因が相互に関連すると同時に，寄主植物の抵抗性の強さと病原菌の病原性の強さも相対的な関係にあることが実験(54)で示された。即ち小麦の抵抗性は固定的な一定の値をもつものではなく，接種した *T. incarnata* の性質に対応して種々の程度の強さを示すものである。

このように小麦の *T. incarnata* に対する抵抗性が，その抵抗性に関与する各要因のきわめて複雑な相互関係の結果として表現せられることは抵抗性品種の検定，或いは栽培法の選択，被害発生の予察などにあたつて特に注意を要する点と思われる。

(3) 小麦葉の搾汁による *T. incarnata* の培養

實驗 (55) 1947～'48 年冬季

目　的　小麦葉の老若とその体内成分の *T. incarnata* 発育に対する影響との関係を調べる目的でこの実験を行つた。

実験法　秋播小麦各品種の各葉序につき搾汁に一定量の寒天を加えて，平面培養を行い，成長量を比較した。搾汁寒天培養基の作製法は雪下圃場より秋播小麦「ドーソン1号」，「北海224号」，「赤銹不知1号」，「赤皮赤1号」，「小麦農林8号」，「小麦農林62号」を取り，室内に持ち来り，老葉と若葉に分けて採葉し，脱脂綿で泥及び水分をぬぐい取り，ガラス瓶中に密閉し，コッホ蒸気殺菌釜で加熱し，後ガーゼで包んで加圧搾汁し，コルベンに入れて100°Cで3回間歇殺菌し，後汁液に対して1.5 %になるように寒天を加えて加熱溶解せしめ一定の大きさの時計皿に分注し，時計皿をシャーレに入れて20分間100°Cで殺菌した。この培養基に菌を接種した。

供試菌は *T. incarnata* 馬鈴薯葡萄糖寒天の培養（シャーレ内）を型で抜き一定の形としたも

のを接種した。12 月 10 日採葉の実験では 8 日目の培養，1 月 24 日採葉の実験では 25 日目の培養を用いた。

実験結果　品種の如何を問わず，若葉より搾汁したものは老葉から搾汁したものより，*T. incarnata* の発育に都合が良い。しかし本実験の結果からは，若葉の搾汁が成長に悪いのは発育抑制によるのか，または単なる濃度の問題（分布の項で述べた如く，*Typhula* は濃度が高い場

第 125 表　小麦各品種の各葉序からの搾汁による *T. incarnata* 培養実験

品種	葉の老若	12 月 10 日採葉汁液寒天 菌成長量（20日目）cm	平均	老葉の菌成長量を 100 とせる若葉の 100 分率	コロニーの状態	1 月 24 日採葉汁液寒天 菌成長量（17日目）cm	平均	老葉の菌成長量を 100 とせる若葉の 100 分率	コロニーの状態
ドーソン 1 号	老	2.85 2.75 2.75	2.78	100	気中菌糸全般に少	2.10 2.73 2.53	2.47	100	気中菌糸少〜多
	若	1.90 2.00 2.25	2.05	73	気中菌糸中心部のみ多	2.00 2.00 1.60	1.87	76	同上
北海 224 号	老	2.65 2.40 3.05	2.70	100	気中菌糸中心部のみ中，そのまわりなし	2.15 2.07 2.13	2.12	100	気中菌糸中〜多
	若	1.95 1.50	1.73	64	気中菌糸中心部多，そのまわりなし	1.50 1.43	1.46	69	同上
赤銹不知 1 号	老	3.00 2.60 3.00	2.87	100	気中菌糸中心部多〜中，そのまわり少	—		—	—
	若	2.25 2.15 2.10	2.16	75	気中菌糸多〜少，そのまわりなし	—		—	—
赤皮赤 1 号	老	2.90 3.05 2.85	2.93	100	気中菌糸中心部少，そのまわりなし	2.00	2.00	100	気中菌糸多
	若	2.50 2.10 2.45	2.35	81	同上	1.70 1.70	1.70	85	気中菌糸多〜中
小麦農林 8 号	老	2.55 2.20 2.50 2.50 2.70 2.65	2.52	100	気中菌糸中心部少〜多，そのまわりなし	0.65	0.65	100	気中菌糸多
	若	2.40 2.35 2.20	2.32	92	気中菌糸中〜多，そのまわりなし	2.27 2.03	2.15	330	気中菌糸中〜少
小麦農林62号	老	—		—	—	2.10 2.20 1.70	2.00	100	気中菌糸少〜多
	若	—		—	—	1.65 1.15	1.40	70	気中菌糸多

合発育が悪く，また若葉で濃度が高いことは既に明らかである）であるのか，などの事実は一切不明である。ただここでは，老葉の搾汁は若葉の搾汁より *T. incarnata* の成長に都合が良いと結論するにとどめる。品種の抵抗性の強弱と搾汁培養基上の *T. incarnata* 成長量との間に関係は認められない。結果は第125表に示した。

(4) 温度と小麦の *T. incarnata* に對する抵抗性との關係

第4章,第4節,第2項で温度と *T. incarnata* に対する小麦の抵抗性との関係を論じ，*T. incarnata* の病斑伸長は0°Cよりはそれ以上の高温で大であるとした。しかし高温では衰弱が著しいから，抵抗性そのものに対する温度の影響を蒙つて，衰弱の影響が強く現われていることが考えられる。ここではこの問題を明らかにすることを目的として病斑進展状況並びに病斑色に対する温度の影響を詳細に観察した。

實　驗　(56)　1948～'49年冬季

目　　的　小麦葉における *T. incarnata* 病斑の進展及び褐変に対する温度の影響を調べた。

実 験 法　切り離した葉の切断部に含菌寒天片を附着する方法（第28図）により接種した葉片を所定の温度に置き，一定時間後に病変を観察した。

供試麦は本節，実験47の供試麦の多肥区の「ドーソン1号」で2月18日に0°C暗黒室から室内に運び接種した。

供試菌は *T. incarnata* の馬鈴薯葡萄糖寒天19日目の培養のものである。0.5°C区は四周及び上部を雪で覆つた箱の内部で常に0.5°Cを示し5°C区は地下室廊下の箱内であり，10°C区は室内の無加温の箱内であり，温度は各々第126表に示した。

第126表　実験（56）の温度

温度区	最高最低の区別	2月19日	21日	22日	23日	24日	25日	26日	28日	3月1日	2日	3日	5日	7日	8日	9日
約5°C区	min.	2.0	4.0	3.5	4.0	4.5	6	7	5.5	2.5	4.0	5.0	7.0	1.0	—	2.0
	max.	6.5	6.0	6.5	6.5	6.5	8	9	8.5	7.0	7.0	6.5	9.0	8.5	—	9.5
約10°C区	min.	8.0	7.0	7.0	8.5	8.5	11.0	11.0	9.0	11.0	9.0	9.5	9.5	—	8.0	10.0
	max.	12.0	11.0	12.0	12.0	11.5	13.0	12.5	13.0	11.5	12.0	12.5	11.5	—	12.0	13.0

実験結果　結果は第127～129表及び第49図に示した。病斑色を見るに，温度が高い場合，接種初期に濃厚に着色するが，それより温度の低い区では色が淡い。特に5°～10°Cでの比較によれば約10°C区では衰弱著しい筈であるのにかかわらず，約5°C区の方がかえつて色が淡い。特にⅢ（最老葉）では第124表に示すごとく約10°C区で葉の色が褪色し始めているのに

第127表 温度と病斑伸長

温度	葉序	調査葉数	病斑長平均 (mm)				
			接種後5日	接種後7日	接種後11日	接種後15日	接種後19日
0.5°C	I	5	0	0.30 (±～0.5)	0.83 (0.6～1.0)	1.50 (1.2～1.7)	1.96 (1.7～2.1)
	II	5	0	0.36 (0.3～0.5)	0.56 (0.4～0.6)	0.88 (0.7～1.0)	1.26 (0.9～1.4)
	III	4	0.28 (0～0.9)	0.47 (0.5～0.7)	0.70 (0.6～1.0)	1.45 (1.2～1.6)	2.32 (1.8～3.0)
約5°C	I	5	0.54 (0.4～0.8)	0.80 (0.6～1.0)	1.92 (0.9～3.0)	4.58 (2.3～7.5)	8.86 (6.5～11.0)
	II	5	0.66 (0.5～0.9)	0.92 (0.5～1.2)	1.60 (1.2～2.0)	3.54 (2.5～5.2)	9.50 (7.0～14.5)
	III	5	0.90 (0.8～1.0)	1.04 (0.8～1.5)	3.02 (1.9～3.5)	7.88 (5.5～10.2)	13.32 (9.8～17.3)
約10°C	I	5	0.58 (0.3～1.0)	1.02 (0.5～1.6)	6.16 (5.0～6.8)	—	—
	II	5	0.63 (0.5～0.9)	1.71 (1.2～2.5)	11.25 (8.5～14.0)	—	—
	III	5	0.72 (0.5～1.0)	1.48 (1.3～1.8)	10.66 (7.0～13.0)	—	—

〔註〕 括弧内は病斑長の範囲を示す。

第128表 第127表の葉色

温度	葉序	調査葉数	供試葉の色				
			接種後5日	接種後7日	接種後11日	接種後15日	接種後19日
0.5°C	I	5	GG	GG	GG	GG	GG
	II	5	GG	GG	GG	GG	G
	III	4	GG	GG	GG	GG	GGY
約5°C	I	5	GG	GG	G	GYY	GYY
	II	5	GG	GG	GG	GY	GYY
	III	5	G	G	GY	GYY	Y
約10°C	I	5	GG	GY	GYY	—	—
	II	5	GG	GY	GY	—	—
	III	5	GY	Y	YY	—	—

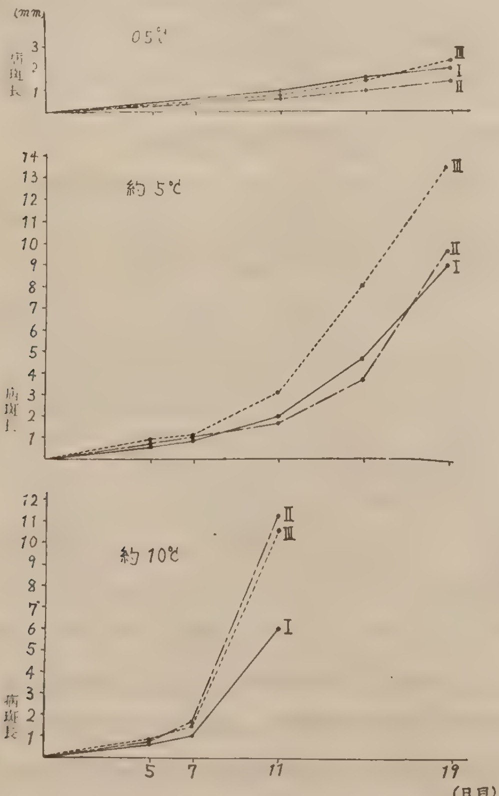
〔註〕 G：緑色，Y：黄色

第129表　第127表の病斑の色

温度	葉序	調査葉数	病斑の色				
			接種後5日	接種後7日	接種後11日	接種後15日	接種後19日
0.5°C	I	5	—	W—D	BY *(III>II=I)	D	BY
	II	5	—	B—W	BY	BY	BY
	III	4	—	B—W	BY	BY	—
約 5°C	I	5	B-BY-D	W *(III>II>I)	W	W	W
	II	5	B-BY	BY-W	W	W	W
	III	5	BY-W	BY	W	W	W
約 10°C	I	5	BB *(III=II>I)	B-W	W	—	—
	II	5	B	W	W	—	—
	III	5	B	W	W	—	—

〔註〕 1) B 褐色, BY 淡褐色, D 暗色, W 無色浸潤状

2) * は着色の大小を示す。



第49図　温度と *T. incarnata* 病斑伸長曲線の関係

かかわらず，病斑色は濃い。論議の項で述べるように病斑色が抵抗性の強さを表現するとするならば，ここに述べた事実はかえつて温度が高い場合に小麦の *T. incarnata* に対する抵抗性が強いといわなければならぬ。しかし病斑長を比較すれば第 127 表，第 49 図に示すように温度が高い方が急激な病斑長の進展を見る。この矛盾は温度の高い場合衰弱が急激であること（葉色で示される）で説明される。

(5) 衰弱による抵抗性低下の機構

本節(1)の論議の項で述べたように，糖の減少は，ある限度に達するまでは抵抗性に影響を与えない。抵抗性の低下は常に葉色の褪色，即ち蛋白の減少及びそれに附随する生理学的状態が現われて始めて起るものである。松尾 (1944) は蛋白分解の結果，可溶性 N 成分特にアンモニアーN が増加して原形質を害し，そのため病原菌の侵害が起ると推定した。筆者の実験では若葉では末期に至るまでアムモニアーN の蓄積はないが老葉では常に若葉よりその含量が高い。かつ老葉で抵抗性の低下があることを考えれば，原形質がアムモニアーN の害を受けて始めて抵抗性が低下するという考え方も一応成立するようであるが，しかし蛋白分解そのもの（或いはそれに基く生理学的状態の変化）が抵抗性を低下せしめるのであつて，アムモニアーN の蓄積はその結果であると考える方が妥当と考えられる。ただ晩秋に硫酸アンモニアを多量に追肥した場合の抵抗性の低下（松尾, 1944）の場合はいもち病研究におけるアンモニア異常蓄積による抵抗性低下（伊藤・坂本, 1936～'44）と同一現象かも知れない。

しかし現在のところ，蛋白分解と抵抗性低下を直接結びつける証明はないのであるから「蛋白分解が起るような生理学的状態では抵抗性の低下が起る」と結論するにとどめる。平井(1950)はこの雪下衰弱時の原形質の弱化の表現として原形質の透過性の増加と粘度の増加をあげた。このような生理学的状態で起る抵抗性低下の原因としてあげられるのは先ず生活機能の低下であり，被侵害細胞の褐変程度の減少はその表現であろう。栃内 (1951) は生活機能の低下によつてその強さが低下する一つの抵抗性の本態を仮定し，それを機能的抗菌性と名附けた。この抗菌的な反応性（菌の侵入によつて寄主の中に現われて来る抗菌的反応）の本態については既に吉井・河村 (1947)，鈴木 (1950)，GÄUMANN (1950)，坂本 (1951)，栃内 (1951) などによつて綜説せられている。これらは抗菌的反応における褐色化現象の重要性を示し，またこれら褐変現象でフェノール化合物が重要な意味をもつことを明らかにした。平井 (1951) は *Typhula incarnata* に侵害された小麦組織の組織化学的研究を行い，褐色物質にフェノールの反応を見た。また最近 (1953) 雪腐病抵抗性で核酸代謝の活性化が重要であることを指摘した。これら

の観察は小麦組織の抗菌的反応を理解する上に重要である。

次に小麦葉の衰弱によつて，その汁液が *T. incarnata* の発育に都合よくなる事実があげられる。このような培養試験の結果を直ちに生葉内での菌の発育に結びつけるのは危険であるが，一応老葉内の化学成分が菌の発育に都合がよいということを推定しても差支えないであろう。

また葉の切断面に *T. incarnata* 含菌寒天片を接着せしめると，菌糸はその部分から葉の葉面へも蔓延するが，その際蔓延菌糸の量は若葉より老葉での方が多量である。この事実から老葉では葉表面上に菌にとつて栄養となるものが多量に浸出していて，そのために菌が侵入し易い状態になつているということも考えられる。また老葉では傷或いは気孔の異常開孔が多く，かつ衰弱によつてその数が増加し菌の侵入する機会がふえることについては既に本章第1節で述べた。

以上述べたように，小麦葉は衰弱によつて，抗菌的反応能力を失い，汁液は菌の発育に好適となり，葉表面上に菌が繁殖し得る物質が分泌せられ，また侵入孔が増加して来ると考えられる。これらが一緒に働いて *T. incarnata* の著しい侵害を許すものであろう。

第3節　論　　議

以上に述べたところから，雪下における小麦の発病経過は次のようなものであろう。まず *Typhula* 属菌は小麦老葉上である程度繁殖し，老葉に多い傷や気孔の異常開口部から葉の組織内部に侵入する。小麦の衰弱による抵抗性の低下は老葉での蛋白分解に伴なつて先ず老葉で起る。そしてこの老葉での蛋白分解産物は新葉形成部に転流するので，徐々に若い葉へ向つて蛋白分解が進行する。それに伴なつて若葉でもだんだん抵抗性の低下が起る。この衰弱が老葉から若葉へ向つて進行する速度は肥料や播種期などの環境条件によつて異なつて来る。この葉の衰弱部に *Typhula* はよく繁殖する。*Typhula incarnata* は未衰弱葉を侵す力が弱く，衰弱の進行に伴なつて老葉から若葉へと緩慢に腐敗を進める場合が多い。しかしこの未衰弱葉にはその生育条件によつて著しい強弱の差がある。したがつて非常な悪条件で育つた小麦では未衰弱葉の菌に対する抵抗性弱く *T. incarnata* によつても激しい被害を受ける。即ち小麦全体が著しく強剛に育つていて，かつ *T. incarnata* が侵害する場合には，小麦の被害は主として葉の衰弱の速度に関係する。故に根雪期間の長短が重要な意味をもつであろう。それに反して *T. ishikariensis* が優勢な圃場や，また悪い条件で育つた葉が極度に軟弱な場合には，根雪期間が短くても激甚な被害を受けるであろう。したがつて *T. ishikariensis* と *T. incarnata* の発生比も圃場の小麦の被害に重要な意味をもつて来る。

第7章　小麥雪腐病發生の多少と氣象條件の關係

同一圃場でも，年によつて雪害が多いことと少ないことがある。このように同一場所で年によつて被害が異なるのは，気象条件が異なるためと考えざるを得ない。この気象条件の差が小麦或いは菌の状態に影響をあたえて被害を左右するものであろう。本節では小麦と菌がいかなる状態になつたときに被害が増大するかを論じ（第1節），次いで小麦の雪腐病の被害を増大せしめる気象要素を，北海道における作況並びに気象に関する資料に基づいて論じようと思う。

第1節　圃場における小麥及び病菌の狀態と雪腐病の關係

小麦の雪害の機構に関する従来の説では，糖の多少が蛋白分解の時期を著しく左右することとなり，したがつて蓄積せられた糖の多少が越冬性の最も主要な要因となる。実際耐雪性品種の検定，或いは環境要因の雪害に対する影響を論ずる場合，ほとんどすべて糖の蓄積の多少ということを中心に考えられて来た。しかし前節で述べたように従来の雪害の機構についての考え方は，多くの改変すべき点を含んでいる。したがつて雪害を大ならしめる植物の素因（Predisposition）についても，新しい角度から再検討を加えなければならぬ。筆者は，本報告における諸実験に基いて，雪害を大ならしめる作物並びに病菌の状態は次のようなものであろうと考える。

(1)　葉齢：前節でのべたように，雪下の小麦は糖の多量の蓄積にもかかわらず，葉序間の物質代謝関係によつて,老葉で抵抗性低下が起り，それに伴なつて *T. incarnata*，*T. ishikariensis* の侵入が起る。したがつて播種期，肥料，気象などの条件で老葉が多い場合は，菌の侵害を受ける機会が増大する。

(2)　未衰弱葉の強弱：一度侵入した菌は若葉に進展するが，この場合前節で示したように未衰弱葉（若葉）の抵抗性の強弱（堅く育つた，柔く育つたなどの言葉で表現し得る）が大きな影響をあたえる。小西・西川（1951）が耐雪性強い小麦では珪酸含量の大きい傾向があると述べている。また最近平井等（1952）は切断葉片接種法によつて小麦品種間の病斑伸長曲線を比較し，未衰弱葉の病斑長と品種の抵抗性の間に相関関係が見られることを明らかにした。これらの事実はこの考え方に一致するように思われる。この未衰弱葉の強弱は気象，肥料，播種期，播種密度，圃場の排水，圃場が傾斜地であれば，その陽光に対する向きなどによつて強く左右され

るであろう。

(3) *T. incarnata* 及び *T. ishikariensis* 発生比：老葉で足場を得た菌が若葉に進展する場合，第3章及び第6章で述べたように，*T. incarnata* は未衰弱葉へ進展することは困難で，若葉の衰弱に伴なつてこれを侵す。これに反して *T. ishikariensis* は老葉にいつたん足場を得た後は比較的容易に全株を腐敗せしめる。この両菌の間には拮抗的な関係が認められ（第3章），*T. incarnata* の害が激しい時には，*T. ishikariensis* の侵害少なく，そのためにかえつて被害が軽い傾向がある。したがつて，この両菌の発生比が小麦の雪害に大きな関係をもつ。この両菌発生比が何で定まるかを知ることは重要な問題である。即ち気象条件或いは圃場条件の影響はこの両菌の発生比を媒介として雪害に影響することが考えられる。

(4) 虫害，風害，その他：第6章及び前節で示したように，菌の侵害は主として傷或いは気孔の異常開口部などからなされると思われる。したがつて初秋における虫害或いは風害などの多少が雪害に影響することがあろう。即ち気象の影響は，これらを通じて成される場合もあろう。例えば MAND (1934) は *Typhula graminium* が線虫（*Anguillulina dispaci* (STEINB) GERV. & V. BEN）の侵したものに二次的につくとし，また ZIMMERMAN (1922)，MULLER (1930) も線虫と *T. graminium* の間に著しい関係があるとしている。しかし筆者は颱風が激しく吹き，小麦の葉が白つぽくなるほど傷を受けた年に，雪害が軽微であつた例を観察した。したがつて虫害或いは風害による傷の多少を過大視すべきではない。

(5) 菌の密度及び雪下の菌の状態：子実体の発生が大であつたり，また連作によつて土中の菌核の密度が大きい場合に雪害が大になるであろうことは疑う余地がない。また雪下の菌の状態も著しい関係をもつ。例えば第4章で示したように *S. graminearum* は雪下の土壌が融解している場合には発生せず，*Typhula* は逆に凍結している場合に発生しない。したがつて異常年に突然凍結しなかつたり，或いは逆に不凍結地帯で長期間凍結が続けば，各々その新しい状態に適した菌の密度は少ない訳であるから，結果は被害少として現われるであろう。SPRAGUE & RAINEY (1950) は秋早く根雪が来て土壌不凍結のまま雪の下になると *Typhula* spp. の被害多く，また秋遅く根雪が始まり大地が凍つていると被害少ないという。春季融雪水の停滞は *Pythium* による腐敗に対しては好適な条件ではあるが，*Typhula* の蔓延に対してはむしろ不適な条件のように思われる。

(6) 蓄積された糖の意義：前述のように糖が多量に蓄積せられていても，既に老葉で蛋白の分解が起つている。その老葉が先ず菌の侵害を受け，それを足場にして *T. ishikariensis* は若

葉を侵し衰弱をまたずして全株の腐敗を招くと考えられる。したがつて糖の意義は従来考えられたほど直接越冬性を支配する重大な要因とは考えられない。もちろん糖は越冬作物の呼吸基質となつているから，それなくしては小麦は越冬できないであろう。しかし他の要因が限定要因となつているので，通常は糖の多少が直接越冬性の良否を大きく支配しているとは考えられない。糖の意義としては老葉における蛋白分解の直接的保護作用も考えられるが，これも前述の雪害の機構を考えれば，重大な要因とは考えられない。この考え方に対する反証として，従来越冬性の高い小麦品種は，糖が多い傾向が認められて来た事実（ただし厳密な相関関係は認められない）があげられるが，これは糖を充分に蓄積し得る小麦は本来寒さに強い小麦であり (Anderson, 1944) 秋季期間に充分に強剛な生育をすることができるためと考えられるから，必ずしも糖の意義を証明する事実とはならない。以上糖の意義を小さく評価したが，しかし一定期間を過ぎて長期間積雪が続く場合，或いは極度に糖の蓄積の少ない品種が，そのために呼吸基質を蛋白にあおぐ結果，全株の衰弱を惹起して著しい損害を受ける場合も可能であり，そのような場合は糖が越冬性の限定要因となつて，その意義は重大なものとなるであろう。次項で示すように，北海道で積雪期間が特に短い場合或いは特に長い場合を別にしては，一般には積雪の長短は雪害と著しい関係があるようには見えないのは，上述の考察を支持するものと思われる。筆者は積雪異常に長期にわたり，雪の下から出て来た小麦が既に褪色を始めていたにかかわらず，被害少なかつた例を観察している。

以上の諸要因は気象条件の異なるに従い，いろいろ組合つて，その年の雪害を支配するものであろう。したがつて雪害の多少を予測するのは非常に困難であろう。

この議論は主として *Typhula* についてであるが，圃場観察や本報告で述べた諸性質から考察すれば，*S. graminearum* の場合にも前述の (1), (2), (4), (5), (6) は同様にあてはまるものであろう。

紅色雪腐病は N 質肥料が少ない場合や早播などで，秋の生育旺盛な肥切れの状態に傾いた場合に被害が激しいといわれる（岩切，1950）。これに加えてこの病害は他の雪腐病菌とは異なり，その年の夏，即ち種子に用いた麦の成熟期の降雨の多少が著しい影響を与えるであろう。即ち多雨で気温低い夏には麦の種子に *Fusarium nivale* が多量に発生するであろうからである。

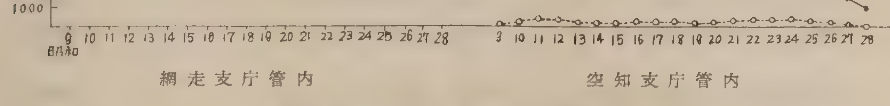
第 2 節　北海道における雪腐病大發生と氣象の關係

前項で，雪害の大小に関係があると考えられる諸要因を総括した。本項では実際の北海道に

おける圃場の麦の雪害と気象の関係を統計的に調査した。

先ず初めに北海道における秋播及び春播小麦作付面積の変遷を見るに，第50図のように昭和18年頃から急激に秋播の作付面積が低下した。これは特に網走支庁管内で顕著である。この秋播作付面積の低下は雪腐病のためである。特に *S. graminearum* 発生地帯における被害は激甚であり，連年見渡す限り茶一色に枯れるような惨害を呈した。このような一般農家の被害にかかわらず，第131表で見るように試験場の各試験圃場ではそのような連年の著しい被害は見られない。このことから見ればこのような一般農家の昭和18年以降の甚大な被害は気象というよりは栽培条件によるものと思われる。この栽培条件のうち最も可能性がありそうなものは戦時中の肥料事情である。即ち第130表に見られるように昭和16年より燐酸の配給が減少し，同18，19，20年と年を追つて減少し，同21年にはついに配給がなくなつている。燐酸の不足が雪害特に大粒菌核病の被害に甚大な影響をあたえることは第6章に示した。即ち一般農家の戦時中及び戦後の雪腐病大発生は主としてこの燐酸事情によると考えるのが妥当であろう。したがつて気象の影響を論ずるためには戦時中，戦後も同一耕種法で小麦を栽培している試験場の豊凶考照試験によるのがよいと思われる。

第133表によれば，琴似町北海道農業試験場における豊凶考照試験では雪腐病の大発生は平均6年に1回，帯広市（十勝支場）及び北見市（北見支場）では平均5年に1回となつている。



第50図 小麦秋播，春播作付面積変遷図

第130表 年次別麦類肥料配給反当基準量 （単位貫）

肥料	昭和15年	16年	17年	18年	19年	20年	21年	22年	23年	24年
N （硫安換算）	2.3	2.0	1.5	1.9	1.8	1.8	1.0	1.6	3.5	3.2～4.5
P （過石換算）	4.9	3.1	3.3	3.25	3.0	2.5	—	2.0	3.0	5.2～5.5
K （塩加換算）	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.2

（北海道農務課調査）

第131表 北海道農業試験場豊凶考照試験に

年次	本場圃場（札幌市外琴似） 反収（石） 秋播小麦 赤皮赤1号	春播小麦 札幌春小麦9号	冬損状況	十勝支場（帯広市） 反収（石） 秋播小麦 マーチンスアムバー	春播小麦 札幌春小麦	冬損状況	反 秋播小 マーチンスアムバー	赤銹不知1号
昭和 1年	2.426	1.586	少し	1.767	1.837	なし	1.578	—
2年	1.723	1.772	多し ○	1.894	1.202	なし	2.005	—
3年	2.000	1.516	少し	1.524	1.692	極少	1.375	—
4年	2.197	1.453	少し	1.470	1.614	被害多し(1.5割)	1.977	—
5年	2.837	1.746	少し	1.340	1.699	被害多し(2.4割) ○	1.530	—
6年	1.859	1.333	例年なみ	1.351	1.129	やや多し	2.128	2.018
7年	1.911	1.022	例年なみ	0.802	1.149	冬損殆どなし	1.582	1.157
8年	1.480	1.221	多し ○	0.757	0.874	甚大 (8.1割) ○	1.573	1.633
9年	2.082	1.461	例年なみ	1.622	1.388	冬損殆どなし	—	1.963
10年	1.793	1.408	少し	1.129	1.503	被害皆無	—	1.999
11年	1.656	0.797	例年なみ	0.778	1.093	少し	—	1.742
12年	1.296	0.990	例年なみ	1.260	0.848	殆どなし	—	1.859
13年	1.105	1.113	多し ○	2.050	1.374	少し	—	2.014
14年	1.746	1.203	やや多し	1.705	—	少し	—	1.828
15年	1.349	1.013	少し	0.866	1.151	多し（約4割） ○	—	0.799
16年	2.323	1.429	少し	0.976	0.770	少し	—	2.267
17年	2.364	1.794	少し	0.934	1.095	多し ○	—	2.003
18年	1.993	1.119	やや多し	1.107	0.493*	少し	—	1.341
19年	1.585	0.865	不明	2.119	1.167*	少し	—	1.460
20年	2.077	0.779	少し	1.775	1.094*	僅少	—	2.277
21年	1.400	1.459	多し ○	0.270	0.741*	甚大 ○	—	1.390
22年	1.884	1.602	少し	0.904	0.442*	少し	—	2.326
23年	1.360	1.280	やや多し	1.186	0.473*	少し	—	1.100
24年	1.759	1.092	やや多し	1.078	1.292*	やや多し	—	2.127
25年	2.110	0.873	少し	1.673	1.093	少し	—	1.669

〔註〕 1) ○印は冬枯被害大なりし年を示す。

2) * 札幌春小麦9号。

3) 本表は北海道農業試験場豊凶考照試験台帳により作製。

おける秋播及び春播小麦反収比較並びに雪害状況

北見支場（北見市）						
収（石）					冬損状況	
麦	春播小麦					
農林8号	札幌春小麦	農林3号	農林29号	北178号	豊岡試験圃	農家圃場
—	1.312	—	—	—	被害極少	同左
—	1.393	—	—	—	被害少し	同左
—	1.052	—	—	—	多し ○	高台6割，中台3割，沖積土1割
—	1.061	—	—	—	被害甚大（7割余） ○	
—	1.406	—	—	—	少し	同左
—	0.918	—	—	—	やや多し {マーチン約1割 赤銹不知8分	同左
—	—	0.874	—	—	少し	同左
—	—	1.038	—	—	少し	支場附近農家，常呂郡，紋別郡は1割5分内外，斜網郡は殆どない
—	—	1.403	—	—	平年より少し	同左
—	—	1.429	—	—	平年より少し	同左
1.620	—	1.186	—	—	平年より少し	平年より少，前年よりやや多し
1.477	—	1.117	—	—	平年より少し	同左
1.938	—	1.802	—	—	平年より多し ○	平年に比しやや多し
1.280	—	1.475	—	—	少し	同左
0.735	—	1.267	1.340	—	甚大（6割） ○	甚大，局所的に全滅
2.228	—	1.524	1.452	—	微	少し
1.945	—	1.587	1.811	—	殆どなし	少し
1.156	—	1.558	0.754	0.421	やや多し	多し
1.369	—	—	1.111	1.131	やや多し	多し
2.500	—	—	1.518	1.277	やや多し	多し（6～7割）
1.150	—	—	1.187	1.021	多し ○	甚大 {斜網郡9割，常呂6割，紋別4割
1.553	—	—	0.296	0.785	平年なみ（1割以下）	同左
1.120	—	—	1.210	0.770	多し（赤銹不知6割，農林8号4割）○	多し
1.587	—	—	1.386	1.176	平年なみ	同左
2.103	—	—	0.482	0.489	微	少し

第132表 琴似町北海道

冬損の多少		多発年				やや多発年				例年なみ発生			
年次(昭和)		1~2	7~8	12~13	20~21	13~14	17~18	22~23	23~24	5~6	6~7	8~9	10~11
最高気温	9月	—	21.1	22.1	22.0	22.4	22.5	20.8	22.5	22.3	22.4	21.3	21.7
	10月	—	17.1	16.6	16.6	14.9	15.9	15.8	15.6	16.9	16.0	14.9	17.6
	11月	—	9.7	7.8	8.7	7.6	7.6	6.7	8.1	6.4	9.0	8.8	7.5
	12月	—	1.9	−1.1	−0.9	−0.3	0.5	0.3	3.4	−0.3	1.9	2.2	−0.2
	1月	−1.2	−3.7	−0.8	−1.6	−3.7	−0.9	2.0	−1.3	−3.1	1.7	−0.8	−1.8
	2月	−2.7	−2.4	−0.8	−0.7	−1.7	−0.9	−0.3	1.5	−3.6	−0.9	−1.5	−0.5
	3月	2.3	0.4	4.7	1.1	2.8	2.5	3.2	1.3	3.2	3.1	2.4	2.5
最低気温	9月	—	12.3	11.6	10.0	12.8	11.4	11.5	12.3	13.0	12.3	12.1	10.9
	10月	—	5.2	5.2	6.3	4.6	5.2	4.6	5.9	5.3	5.6	4.4	8.2
	11月	—	1.6	−0.4	1.0	−1.0	−0.9	−0.8	−1.6	−0.2	0.4	0.0	0.7
	12月	—	−5.2	−9.3	−8.0	−7.7	−8.4	−8.5	−4.1	−8.9	−5.9	−6.2	−8.5
	1月	−10.4	−11.1	−11.3	−10.9	−12.7	−11.1	−6.3	−7.1	−12.3	−7.1	−10.5	−11.2
	2月	−14.7	−13.1	−10.0	−10.3	−10.6	−10.1	−9.0	−5.3	−13.1	−10.6	−9.7	−9.1
	3月	−7.8	−9.2	−4.7	−7.6	−5.8	−6.0	−5.6	−7.5	−3.8	−5.7	−5.8	−6.1
平均気温	9月	—	16.6	16.9	16.0	17.7	17.0	16.1	17.4	17.7	17.4	16.7	16.4
	10月	—	11.2	10.9	11.5	9.8	10.6	10.1	10.9	11.1	10.8	9.7	13.0
	11月	—	5.7	3.8	4.9	3.4	3.4	2.9	3.5	3.1	4.7	4.4	4.1
	12月	—	−1.7	−5.1	−4.4	−4.0	−3.9	−4.1	−0.4	−4.6	−2.0	−2.0	−4.3
	1月	−5.8	−7.3	−6.1	−6.1	−8.2	−6.1	−2.1	−2.7	−7.7	−2.7	−5.7	−6.5
	2月	−8.8	−7.8	−5.8	−5.5	−6.2	−5.5	−5.0	−1.9	−8.4	−6.0	−5.6	−4.8
	3月	−2.7	−4.4	−0.1	−3.3	−1.5	−1.7	−1.3	−3.2	−0.3	−1.3	−1.7	−1.8

第133表 琴似町北海道農業

冬損の多少		多発年				やや多発年				例年なみ発生			
年次(昭和)		1~2	7~8	12~13	20~21	13~14	17~18	22~23	23~24	5~6	6~7	8~9	10~11
降水量(mm)	9月	176.0 (21)	249.6 (17)	225.4 (14)	103.2 (13)	300.5 (27)	137.5 (17)	196.6 (16)	93.1 (16)	115.3 (14)	77.8 (13)	126.4 (16)	77.6 (15)
	10月	221.0 (26)	51.4 (15)	96.6 (14)	137.9 (16)	73.0 (13)	103.1 (15)	96.2 (16)	76.2 (16)	115.9 (14)	76.5 (14)	140.1 (20)	215.7 (21)
	11月	— —	158.8 (15)	80.7 (19)	101.0 (17)	215.7 (21)	167.8 (24)	133.1 (28)	43.2 (11)	168.1 (21)	96.6 (14)	125.5 (22)	148.9 (22)
	総和	— —	459.8 (47)	402.7 (47)	342.1 (46)	589.2 (61)	408.4 (56)	425.9 (60)	212.5 (43)	399.3 (49)	250.9 (41)	392.0 (58)	442.2 (58)
積雪量(cm)	1月	—	39.5	62.8	105.9	101.0	53.3	72.2	34.1	68.7	12.4	37.5	42.3
	2月	—	72.6	81.3	111.9	130.0	72.6	106.9	40.9	93.8	28.3	75.4	89.0
	3月	—	83.2	58.0	129.1	111.0	71.6	92.1	48.6	77.1	17.9	71.8	74.5
根雪期間	根雪始	8/XII	28/XII	16/XI	11/XII	20/XI	26/XI	15/XI	5/XII	1/XII	26/XI	28/XI	8/XII
	根雪終	3/IV	11/IV	30/III	16/IV	21/IV	6/IV	7/IV	13/IV	5/IV	17/III	13/IV	14/IV
	期間(日数)	117	105	135	127	153	132	145	130	126	113	137	129

農 業 試 験 場 圃 場 気 温 (°C)

年			少	被	害	発	生	年			不明
11～12	2～3	3～4	4～5	9～10	14～15	15～16	16～17	19～20	21～22	24～25	18～19
23.6	22.2	23.3	21.5	22.1	23.6	20.8	21.7	23.2	23.2	23.1	22.8
16.5	16.7	16.7	16.3	14.9	16.0	17.4	16.4	16.6	17.1	16.3	16.2
7.8	8.9	8.8	8.2	7.9	8.5	10.0	9.1	6.9	9.9	7.2	6.7
2.0	0.8	0.1	2.6	1.4	1.7	3.2	1.8	−3.7	0.8	−0.1	1.3
−1.2	−0.2	−2.6	−3.2	−1.7	−2.3	0.0	−3.1	−4.7	0.0	−1.2	−2.9
0.5	−1.8	−1.2	0.0	2.8	−1.0	−0.5	−3.1	−3.0	−0.7	0.1	−1.9
2.3	4.2	1.9	4.3	3.5	4.0	2.3	3.8	2.4	2.1	3.9	2.2
12.7	12.7	14.3	9.8	11.3	14.0	10.0	11.8	13.5	11.3	12.7	14.3
5.5	6.3	5.3	6.0	4.5	5.5	5.0	6.2	5.2	6.4	5.4	5.6
0.3	1.5	0.7	−0.3	0.6	0.0	0.7	−1.0	−0.9	1.1	−0.8	−1.0
−5.6	−5.4	−7.9	−5.0	−7.2	−6.6	−4.6	−5.1	−10.7	−7.1	−7.2	−6.8
−10.5	−10.4	−10.7	−11.4	−10.2	−13.2	−10.3	−11.1	−14.5	−10.1	−10.5	−10.2
−8.1	−12.3	−12.6	−8.4	−7.0	−9.7	−9.5	−12.0	−11.7	−11.3	−7.8	−11.1
−6.0	−4.4	−5.5	−3.0	−3.4	−4.6	−5.3	−4.4	−5.8	−6.1	−5.0	−5.6
18.2	17.4	18.8	15.6	16.7	18.8	15.4	16.8	18.4	17.1	17.9	18.5
11.0	11.3	11.0	11.2	9.6	10.8	11.1	11.3	10.9	11.9	10.9	10.9
4.0	5.2	4.7	4.0	4.2	4.3	5.4	4.0	2.8	5.1	3.2	2.8
−1.8	−2.3	−3.9	−1.2	−2.9	−2.5	−0.7	−1.3	−7.2	−3.0	−3.6	−2.8
−5.9	−5.3	−6.7	−7.3	−6.0	−7.8	−5.2	−7.7	−9.7	−5.1	−5.8	−6.6
−3.8	−7.0	−7.0	−4.3	−2.4	−5.4	−5.0	−7.4	−7.4	−5.9	−3.8	−6.7
−1.9	−0.1	−1.8	−0.7	−0.1	−0.3	−1.5	−0.3	−1.7	−2.1	−0.5	−1.7

試 験 場 圃 場 降 水, 降 雪 状 況

年			少	被	害	発	生	年			不明
11～12	2～3	3～4	4～5	9～10	14～15	15～16	16～17	19～20	21～22	24～25	18～19
100.8 (12)	72.0 (13)	153.0 (18)	26.6 (11)	165.5 (18)	192.2 (20)	68.0 (12)	241.2 (16)	136.8 (18)	97.2 (24)	95.6 (14)	112.7 (22)
225.4 (17)	59.2 (19)	67.2 (16)	128.7 (14)	110.8 (11)	65.6 (19)	118.9 (12)	160.6 (20)	105.3 (17)	208.7 (27)	124.3 (20)	107.9 (18)
91.8 (20)	63.8 (21)	94.0 (21)	150.5 (20)	168.5 (20)	45.0 (16)	75.5 (17)	58.6 (9)	88.5 (18)	74.2 (23)	87.3 (18)	151.4 (23)
418.0 (49)	195.0 (53)	314.2 (55)	305.8 (45)	444.8 (49)	302.8 (55)	262.4 (41)	460.4 (45)	330.6 (53)	380.1 (74)	307.2 (52)	372.0 (63)
30.4	62.0	130.3	57.4	24.5	61.2	37.0	48.3	61.5	43.5	62.1	79.5
98.4	92.0	135.9	62.8	37.7	88.0	64.8	59.1	88.8	66.8	61.5	100.3
64.9	71.0	131.2	40.5	20.1	75.0	47.6	32.8	84.5	42.5	48.1	77.3
19/XII	3/XII	1/XI	21/XII	28/XI	26/XI	24/XI	1/XII	4/XII	3/XII	6/XII	18/XI
12/IV	3/IV	22/IV	25/III	6/IV	12/IV	11/IV	24/III	9/IV	6/IV	2/IV	18/IV
115	121	173	95	130	139	139	114	127	125	118	153

第134表 帯広市十勝支場

冬損の多少		多発年					やや多発年						
年次(昭和)		4～5	7～8	14～15	16～17	20～21	3～4	5～6	23～24	大14～昭1	1～2	2～3	6～7
最高気温	9月	21.5	19.4	22.5	21.3	21.7	23.2	22.2	22.3	22.4	20.3	21.7	21.8
	10月	16.2	16.5	16.4	16.4	15.2	17.5	16.7	15.9	16.6	12.7	17.0	16.2
	11月	8.3	8.6	8.6	8.4	8.5	9.0	6.7	7.5	8.5	7.8	8.7	9.1
	12月	0.6	1.1	1.6	0.3	−1.5	−0.4	−0.5	2.9	1.3	−0.9	1.3	1.1
	1月	−2.7	−3.8	−2.6	−3.9	−2.4	−3.6	−5.2	0.2	−2.7	−2.5	−2.0	0.3
	2月	0.1	−3.5	−0.8	−3.2	−0.7	−2.4	−4.5	0.4	−1.1	−3.1	−2.2	−1.1
	3月	5.0	1.2	4.8	5.2	1.4	3.9	3.2	1.2	2.8	3.2	3.6	3.5
最低気温	9月	9.0	10.3	13.7	11.2	9.4	12.8	11.1	11.4	11.6	10.7	9.0	11.5
	10月	3.6	3.6	2.6	3.2	6.8	4.0	3.5	3.9	3.3	1.7	3.2	3.0
	11月	−3.4	−0.9	−2.9	−3.9	−1.6	−1.9	−4.7	−3.6	−2.8	−3.4	−2.7	−2.9
	12月	−10.5	−9.3	−12.2	−11.9	−13.1	−15.4	−13.7	−8.4	−11.0	−13.1	−11.6	−10.9
	1月	−18.1	−19.8	−18.9	−20.4	−18.0	−20.7	−21.6	−15.2	−18.9	−19.6	−18.0	−14.7
	2月	−12.7	−20.1	−16.1	−20.0	−16.7	−17.8	−21.8	−10.9	−14.0	−18.9	−19.5	−15.3
	3月	−6.9	−15.0	−7.3	−5.7	−11.1	−7.3	−8.9	−11.6	−11.8	−10.2	−7.5	−7.0
平均気温	9月	14.7	14.6	17.5	15.4	15.6	17.4	16.1	16.7	16.5	15.0	14.7	15.9
	10月	9.4	9.6	8.9	9.0	11.0	10.1	9.7	10.0	9.6	6.2	9.4	9.3
	11月	2.0	3.7	3.1	1.5	3.4	3.2	0.9	2.1	2.5	1.7	2.6	2.6
	12月	−4.7	−3.6	−5.0	−5.3	−7.3	−7.7	−6.7	−2.6	−4.2	−6.2	−4.9	−4.6
	1月	−10.4	−11.3	−10.0	−12.2	−10.3	−11.7	−12.8	−7.5	−10.8	−10.5	−9.9	−6.8
	2月	−6.5	−11.3	−8.2	−11.4	−8.7	−9.5	−12.7	−5.3	−8.7	−10.3	−10.2	−8.1
	3月	−1.1	−6.6	−1.2	−0.3	−4.8	−1.8	−2.4	−5.2	−4.4	−3.0	−2.0	−1.8

第135表 帯広市十勝支場

冬損の多少		多発年					やや多発年					
年次(昭和)		4～5	7～8	14～15	16～17	20～21	3～4	5～6	23～24	1～2	2～3	6～7
降水量 (mm)	9月	29.4 (16)	249.9 (23)	177.0 (20)	261.3 (20)	121.3 (16)	178.3 (26)	239.3 (19)	140.6 (20)	171.4 (26)	75.7 (20)	99.2 (18)
	10月	176.9 (18)	60.1 (17)	29.3 (13)	97.6 (18)	98.3 (16)	76.8 (17)	126.1 (15)	63.1 (19)	160.5 (18)	75.6 (14)	98.3 (15)
	11月	73.8 (18)	96.6 (16)	21.5 (10)	41.6 —	81.7 (18)	92.9 (17)	125.3 (20)	66.8 (7)	78.7 (10)	33.8 (18)	58.0 (11)
	総和	280.1 (52)	406.6 (56)	227.8 (43)	400.5 —	301.3 (50)	348.0 (60)	490.7 (54)	270.5 (46)	410.6 (54)	185.1 (52)	255.5 (44)
積雪量 (cm)	1月	7.2	29.5	5.9	24.4	45.9	45.5	24.7	59.6	21.9	33.4	10.1
	2月	8.3	35.1	20.0	24.0	46.2	34.5	28.0	62.8	24.6	49.3	8.9
	3月	16.7	38.5	3.0	3.9	55.6	7.3	19.6	49.4	16.6	20.9	0.9
根雪期間	根雪始	26/Ⅺ	28/Ⅺ	7/Ⅻ	4/Ⅻ	10/Ⅻ	3/Ⅻ	29/Ⅺ	26/Ⅻ	26/Ⅺ	17/Ⅻ	30/Ⅺ
	根雪終	30/Ⅲ	11/Ⅳ	6/Ⅲ	11/Ⅲ	4/Ⅳ	24/Ⅲ	4/Ⅳ	12/Ⅳ	1/Ⅳ	31/Ⅲ	3/Ⅲ
	期間(日数)	125	135	91	98	116	112	127	107	127	106	95

圃　場　気　温　(°C)

少被害発生年												
8～9	9～10	10～11	11～12	12～13	13～14	15～16	17～18	18～19	19～20	21～22	22～23	24～25
21.6	20.2	20.7	21.5	20.7	23.4	20.1	21.4	22.5	21.1	23.0	20.7	23.0
15.0	15.3	16.5	15.7	16.0	16.2	17.0	15.3	16.7	16.2	17.3	15.5	15.2
7.5	7.9	7.4	7.0	7.3	7.8	9.2	7.5	6.7	6.4	10.7	6.3	6.3
2.1	2.5	− 0.4	2.4	0.2	− 1.6	2.9	0.3	0.1	− 3.0	0.1	− 2.3	− 0.5
0.0	− 1.7	− 2.6	− 1.1	− 1.6	− 5.6	− 1.8	− 1.0	− 3.1	− 3.8	− 1.2	− 0.3	− 2.4
0.2	2.9	− 1.1	− 0.1	− 0.7	− 3.1	− 1.3	− 1.2	− 2.5	− 2.5	− 1.9	− 1.0	− 0.1
2.6	4.4	3.1	2.2	4.2	2.6	2.3	3.9	2.9	2.6	3.3	3.7	− 3.1
10.0	10.3	10.2	12.4	10.1	11.4	8.4	9.9	13.0	11.1	9.5	10.4	10.8
2.1	0.4	6.4	3.5	2.4	1.9	1.8	3.5	3.8	3.6	3.8	2.7	3.7
− 2.7	− 2.5	− 2.6	− 2.3	− 4.4	− 3.3	− 2.1	− 3.7	− 4.2	− 3.8	− 2.6	− 5.8	− 5.6
− 8.5	−10.1	−13.4	− 8.7	−10.7	−13.6	−10.0	−13.6	−11.3	−18.6	−14.5	−17.0	−11.5
−11.8	−14.7	−15.8	−15.0	−16.9	−20.1	−15.4	−15.2	− 9.8	−21.9	−17.2	−13.2	−16.0
−13.0	−11.9	−13.6	−14.2	−16.0	−20.7	−17.3	−17.1	−10.0	−14.4	−17.7	−17.0	−14.1
−10.0	− 4.4	− 8.0	− 9.0	− 9.0	−11.4	− 8.9	− 8.8	− 2.0	− 8.4	−10.9	− 8.9	− 7.3
15.8	14.8	14.8	16.4	14.7	16.7	13.6	15.1	16.9	16.1	16.3	14.8	16.9
8.3	7.4	10.9	9.4	8.5	9.0	8.9	8.9	9.3	9.9	10.6	8.2	9.5
2.5	2.7	2.2	2.3	1.4	2.3	3.4	1.5	1.3	1.3	4.1	0.2	3.6
− 2.9	− 3.8	− 6.6	− 3.3	− 5.0	− 7.3	− 3.1	− 6.1	− 5.3	−10.8	− 7.9	−10.1	− 6.0
− 5.6	− 7.8	− 8.9	− 7.7	− 8.9	−12.0	− 8.6	− 8.0	− 9.8	−12.9	− 9.2	− 7.2	− 9.2
− 6.1	− 4.4	− 7.2	− 7.1	− 7.8	−11.2	− 9.0	− 9.0	−10.0	− 8.5	− 9.8	− 9.1	− 7.2
− 3.2	− 0.5	− 2.6	− 3.3	− 2.3	− 4.2	− 3.1	− 2.5	− 2.0	− 2.6	− 3.8	− 2.8	− 2.7

圃　場　降　水，降　雪　状　況

少被害発生年											
8～9	9～10	10～11	11～12	12～13	13～14	15～16	17～18	19～20	21～22	22～23	24～25
131.6 (16)	215.9 (21)	195.2 (20)	153.0 (21)	192.7 (19)	177.3 (21)	70.4 (19)	193.1 (18)	103.7 (19)	70.8 (16)	208.7 (20)	105.2 (18)
81.8 (10)	19.0 (10)	187.9 (20)	108.2 (16)	61.2 (13)	79.8 (15)	39.7 (12)	86.9 (18)	63.7 (13)	152.0 (18)	85.9 (19)	93.7 (19)
97.1 (20)	112.9 (13)	48.6 (15)	47.5 (20)	40.3 (14)	101.1 (16)	46.1 (14)	28.0 (21)	66.6 (17)	67.2 (12)	88.3 (18)	51.0 (13)
310.5 (46)	247.8 (44)	431.7 (55)	308.7 (57)	294.2 (46)	358.2 (52)	156.2 (45)	308.0 (57)	234.0 (49)	290.0 (46)	202.9 (57)	249.9 (50)
5.8	4.9	18.1	3.7	9.6	44.8	16.4	14.9	25.4	35.6	72.3	30.4
6.4	3.3	26.6	27.5	25.6	62.1	41.0	20.3	35.6	47.5	70.7	44.0
27.0	3.3	7.7	18.3	18.6	64.8	13.0	4.7	29.9	35.6	36.8	11.9
31/Ⅻ	28/Ⅻ	18/Ⅻ	10/Ⅰ	25/Ⅻ	9/Ⅻ	11/Ⅰ	27/Ⅺ	1/Ⅻ	2/Ⅻ	17/Ⅺ	14/Ⅻ
1/Ⅱ	16/Ⅱ	15/Ⅲ	2/Ⅳ	21/Ⅲ	11/Ⅳ	21/Ⅲ	14/Ⅲ	27/Ⅲ	30/Ⅲ	24/Ⅲ	18/Ⅲ
33	51	89	83	87	124	70	108	117	119	129	95

第136表 北 見 市 北 見

冬損の多少		多	発		年			や	や 多	発 年			
年 次(昭和)		2~3	3~4	12~13	14~15	20~21	22~23	5~6	17~18	18~19	19~20	大14~昭1	1~2
最高気温	9 月	21.9	23.2	20.7	22.3	22.2	20.3	22.1	21.3	22.8	22.6	21.7	20.4
	10 月	17.3	16.8	16.0	16.0	15.6	14.0	16.6	15.2	17.0	16.3	16.2	10.8
	11 月	8.2	8.1	7.6	8.6	7.3	5.8	7.0	7.3	6.7	5.3	7.8	5.6
	12 月	0.1	-1.6	-1.6	-0.2	-2.3	-3.3	-0.3	-0.9	0.6	-3.6	1.4	0.0
	1 月	-3.2	-6.1	-4.6	-4.9	-1.5	-0.5	-6.6	-2.1	-5.1	-5.2	-3.4	-3.2
	2 月	-4.6	-4.9	-2.7	-2.8	-2.7	-1.6	-7.0	-1.7	-3.9	-3.5	-1.6	-5.1
	3 月	2.0	2.3	3.3	3.8	1.4	2.7	2.3	1.6	0.3	2.7	1.4	1.8
最低気温	9 月	8.6	13.0	8.6	12.5	13.4	8.8	10.2	9.2	11.2	10.3	10.9	10.8
	10 月	3.7	4.4	2.4	1.6	4.0	1.4	3.2	1.8	2.6	2.0	3.1	1.8
	11 月	-1.9	-2.4	-3.8	-3.7	-1.6	-6.4	-2.7	-3.9	-5.5	-3.5	-2.8	-3.7
	12 月	-11.6	-13.0	-14.2	-15.3	-13.5	-16.5	-13.9	-13.5	-12.4	-17.9	-9.3	-10.5
	1 月	-16.8	-18.1	-18.3	-17.1	-17.8	-12.5	-21.4	-15.9	-19.0	-20.3	-15.8	-17.6
	2 月	-18.9	-17.3	-16.9	-16.8	-18.5	-16.4	-22.8	-17.9	-18.8	-17.9	-16.2	-20.4
	3 月	-8.2	-10.6	-10.0	-9.1	-12.5	-9.1	-10.4	-8.6	-9.7	-10.3	-11.3	-11.3
平均気温	9 月	15.3	18.2	14.7	17.4	15.6	14.5	16.2	15.3	17.0	16.5	16.4	15.6
	10 月	10.5	10.5	9.2	8.8	9.7	7.7	9.9	8.5	9.8	9.2	9.5	6.7
	11 月	3.2	2.9	1.9	2.5	2.9	0.3	2.4	1.7	0.6	0.9	2.5	1.0
	12 月	-5.8	-7.3	-8.0	-7.9	-7.6	-9.9	-7.1	-7.1	-5.6	-10.3	-3.9	-5.2
	1 月	-9.9	-12.1	-11.5	-11.1	-11.1	-7.1	-14.0	-9.0	-12.1	-12.9	-9.6	-10.3
	2 月	-11.8	-11.1	-9.8	-9.8	-10.6	-9.0	-14.9	-9.5	-11.4	-10.7	-8.9	-12.8
	3 月	-3.2	-4.2	-3.6	-2.8	-5.7	-3.7	-4.1	-3.5	-4.7	-3.8	-5.0	-4.8

第137表 北 見 市 北 見 支 場

冬損の多少		多	発		年			や	や 多	発 年			
年 次(昭和)		2~3	3~4	12~13	14~15	20~21	22~23	5~6	17~18	18~19	19~20	大14~昭1	1~2
降水量(mm)	9 月	39.5 (15)	116.8 (17)	151.4 (15)	190.2 (21)	85.7 (15)	93.2 (12)	143.3 (16)	97.6 (17)	147.1 (20)	91.4 (14)		80.4 (23)
	10 月	45.7 (15)	46.4 (18)	66.4 (10)	22.2 (17)	100.3 (10)	84.3 (19)	43.7 (12)	71.0 (14)	32.1 (13)	22.5 (15)		— —
	11 月	31.0 (20)	45.3 (19)	18.5 (16)	13.2 (14)	154.0 (13)	53.2 (14)	79.2 (16)	82.6 (4)	31.6 (17)	49.2 (13)		36.8 (17)
	総 和	116.2 (50)	208.5 (54)	236.3 (41)	225.6 (52)	340.0 (38)	230.7 (45)	266.2 (44)	251.2 (35)	210.8 (50)	163.1 (42)		— —
積雪量(cm)	1 月	52.0	36.7	32.7	14.4	33.8	51.6	31.7	28.4	7.2	8.0	23.8	27.3
	2 月	59.4	56.7	42.4	35.3	39.9	66.3	44.5	34.7	17.4	34.6	34.7	37.0
	3 月	49.6	56.3	29.4	27.7	40.0	77.4	43.3	32.1	39.6	35.0	40.3	30.6
根雪期間	根雪始	19/Ⅻ	10/Ⅻ	5/Ⅻ	8/Ⅻ	28/Ⅺ	14/Ⅺ	22/Ⅻ	28/Ⅺ	8/Ⅻ	8/Ⅻ	16/Ⅻ	18/Ⅻ
	根雪終	5/Ⅳ	5/Ⅳ	31/Ⅲ	13/Ⅳ	2/Ⅳ	5/Ⅳ	11/Ⅳ	3/Ⅳ	16/Ⅳ	31/Ⅲ	13/Ⅳ	31/Ⅲ
	期間(日数)	109	117	117	128	126	144	111	127	131	114	119	104

支 場 圃 場 気 温 (°C)

少被害発生年												
4~5	6~7	7~8	8~9	9~10	10~11	11~12	13~14	15~16	16~17	21~22	23~24	24~25
21.0	22.3	18.5	20.3	21.3	21.7	22.4	22.0	20.0	21.7	22.4	21.6	22.4
15.6	16.0	16.6	14.4	15.1	17.2	16.4	15.3	16.4	15.7	17.2	15.6	15.3
7.9	8.0	9.0	7.8	8.2	6.4	7.5	6.0	9.7	7.7	8.9	7.1	6.3
0.8	− 0.9	0.7	0.2	0.1	− 1.0	2.1	− 2.5	1.7	− 0.2	0.5	1.2	0.2
− 5.7	− 0.7	− 4.4	− 1.8	− 3.2	− 3.2	− 2.5	− 6.3	− 3.2	− 5.3	− 1.5	− 0.2	− 2.4
− 2.7	− 3.2	− 4.6	− 2.9	− 0.8	− 2.5	− 1.3	− 4.3	− 3.2	− 4.7	− 2.7	− 1.0	− 0.9
3.5	1.2	0.2	1.0	2.7	2.2	1.6	1.1	2.2	3.8	0.8	− 0.4	2.8
7.9	10.0	10.4	11.0	9.7	9.3	11.0	10.6	7.9	9.7	8.5	9.9	11.5
3.6	3.0	2.9	2.5	1.2	5.7	2.7	1.7	2.0	3.8	4.2	2.8	2.4
− 3.4	− 2.1	− 1.0	− 2.5	− 2.8	− 1.5	− 2.8	− 4.0	− 2.9	− 3.8	− 1.9	− 3.4	− 4.4
− 8.6	−10.1	− 9.3	− 9.0	−13.7	−13.8	− 9.6	−17.4	− 8.3	−12.3	−12.8	−11.2	−11.0
−17.6	−13.5	−17.4	−13.7	−14.5	−15.7	−16.4	−20.5	−15.9	−20.2	−16.1	−15.8	−17.7
−14.5	−15.2	−19.1	−14.3	−14.6	−13.0	−14.1	−20.0	−16.1	−19.7	−16.8	−11.8	−14.5
− 7.5	−11.0	−14.4	−10.5	− 6.9	− 8.7	−10.0	−13.5	−10.5	− 7.5	−11.9	−14.3	− 8.9
14.5	16.2	14.4	15.7	15.5	15.6	16.7	16.3	13.8	15.7	15.5	16.4	16.9
9.6	9.5	9.8	8.5	8.2	11.5	9.6	8.5	9.3	9.7	10.7	11.1	8.9
2.3	2.9	4.0	2.6	2.7	2.5	2.3	0.9	3.4	1.9	3.5	3.1	0.9
− 3.9	− 5.5	− 4.3	− 4.4	− 6.8	− 7.4	− 3.8	−10.0	− 3.3	− 6.1	− 6.2	− 4.9	− 5.4
−11.7	− 7.1	−10.9	− 7.7	− 8.9	− 9.5	− 9.5	−13.4	− 9.5	−12.7	− 8.8	− 8.0	−10.0
− 8.6	− 9.3	−11.9	− 8.6	− 6.9	− 7.8	− 7.7	−12.2	− 9.6	−12.2	− 9.7	− 6.0	− 7.7
2.0	− 4.9	− 7.1	− 4.8	− 2.1	− 3.3	− 4.2	− 6.2	− 4.2	− 1.8	− 5.5	− 7.4	− 3.0

圃 場 降 水, 降 雪 状 況

少被害発生年												
4~5	6~7	7~8	8~9	9~10	10~11	11~12	13~14	15~16	16~17	21~22	23~24	24~25
44.0 (13)	44.6 (12)	221.4 (18)	161.7 (18)	132.1 (18)	113.2 (15)	77.0 (12)	175.9 (24)	45.2 (20)	206.6 (18)	77.6 (18)	24.3 (15)	80.5 (12)
122.3 (19)	68.7 (16)	26.1 (14)	99.0 (18)	41.3 (9)	78.0 (21)	80.5 (17)	74.6 (14)	46.5 (17)	182.8 (20)	83.4 (17)	71.2 (12)	48.7 (15)
21.0 (14)	56.2 (16)	60.8 (14)	62.0 (12)	56.1 (13)	85.3 (22)	37.7 (14)	91.8 (20)	28.3 (21)	25.7 (14)	89.8 (13)	30.2 (7)	34.4 (11)
187.5 (46)	169.5 (44)	308.3 (46)	322.7 (48)	229.5 (40)	276.5 (58)	195.2 (43)	342.3 (58)	120.0 (58)	415.1 (52)	250.8 (48)	125.7 (34)	163.6 (38)
4.0	7.2	29.1	47.2	21.0	17.8	18.0	59.3	23.3	18.7	12.7	31.2	29.3
32.0	23.0	33.5	64.9	35.0	36.4	53.8	77.4	29.9	20.0	29.7	55.1	30.3
21.7	14.7	42.8	56.6	19.1	19.3	49.7	86.4	23.1	5.1	26.3	64.3	17.1
13/Ⅰ	22/Ⅻ	16/Ⅻ	3/Ⅻ	27/Ⅺ	18/Ⅻ	18/Ⅻ	26/Ⅺ	10/Ⅻ	19/Ⅺ	3/Ⅻ	4/Ⅻ	15/Ⅻ
29/Ⅲ	28/Ⅲ	11/Ⅳ	12/Ⅳ	10/Ⅳ	22/Ⅲ	14/Ⅳ	16/Ⅳ	1/Ⅳ	18/Ⅲ	10/Ⅳ	26/Ⅳ	29/Ⅲ
76	98	116	131	135	96	118	142	113	120	129	144	105

即ち北海道における雪腐病の大発生は耕種条件が一定であれば，ほぼ5～6年に1回であつて，その場合の大被害は気象的悪条件によるものと見られる。この豊岡考照試験における大被害が，その地帯の一般農家の被害と良く一致することは北見支場での観察（第133表）で示される。この大被害年とその気象の関係を調べて見ると（第132～137表）琴似，帯広，北見各圃場で各々その関係が異なつているので次に各場に分ち記述する。

琴似町北海道農業試験場圃場における雪害と気象

（a） 一般的傾向：一般に秋季の降水量，特に9月の降水量多い場合に翌春の雪害が大きい傾向がある。気温，積雪量，積雪期間については特別の傾向を認めない。

（b） 例外的な場合とその説明：しかし上述の一般的結論と合わない場合がある。例えば，秋季降水量の少なかつた昭和23～24年が「やや多発」年となり，それに反して同9～10年，14～15年，16～17年は秋季，特に9月の降水量大であるにかかわらず被害が少ない。これらの例外のうち同9～10年は積雪量少なく，したがつて土壌凍結期間比較的長期にわたつたと考えられるので，小粒菌核発生地帯である琴似では被害が少なかつたと考えることができる。同14～15年は他の年に較べ9月の気温が高いことが認められ，そのため降雨にかかわらず，麦の生育が良かつたと想像できる。同16～17年の被害が少なかつた理由は不明である。

帯広市十勝支場圃場における雪害と気象

（a） 一般的傾向：この支場の場合も，9月中の降水量が雪害と比較的密接な関係をもつようである。また1月の気温が低い場合に被害大である傾向を認める。

（b） 例外的な場合とその説明：しかし上述の一般的傾向に合わない場合として次のような例外がある。昭和4～5年では9月の降水量少ないにかかわらず雪害大である。しかし10月の降水量が大である。これに反して同1～2, 9～10, 10～11, 11～12, 12～13, 13～14, 22～23年は9月の降水量が大であるにかかわらず，被害は少ない。このうち同9～10, 10～11, 11～12, 12～13年は積雪期間短いために被害が大きくならなかつたと考えることができ，同13～14, 22～23年はともに冬季の積雪量多く，したがつて大粒菌核発生地帯である帯広市では *S. graminearum* の発生を抑制し，被害が少なくなつたものであろう。同17～18年は降水量比較的多いが雪害少ない理由の一つとして1月の気温が比較的高いことがあげられるかも知れない。

北見市北見支場圃場における雪害と気象

（a） 一般的傾向：この圃場の場合には前秋の降水量との間には特別の関係は認めず，12月の気温との間に比較的に著しい関係を認める。即ち12月の気温低い場合に被害大である傾向を

認める。

(b) 例外的な場合とその説明：上述の結論に合わない場合としては，12月の気温が比較的高いにもかかわらず雪害大なる年として昭和2〜3年があり，また12月の気温低いにかかわらず被害少なる年としては同10〜11年と13〜14年がある。このうち同10〜11年は比較的積雪期間短く，被害少ないことが期待でき，また同13〜14年は積雪量大であり，大粒菌核病発生地帯では，積雪量が多いと被害が減る。

以上3地帯における雪害と気象の関係を比較すると，初冬の気温低い場合に被害大であるように認められる場合と，秋の降水量が大である年に被害が大であるように見える場合とがあるようである。前者は大粒菌核病発生地帯に見られ，小粒菌核病発生地帯には見られないことは興味がある。即ち第3章で述べたように大粒菌核病の発生には土壌凍結が必要であり，初冬の凍結の量が末期まで土壌凍結を支配することが知られている（東，1950）からである。また前秋特に9月の降水量の多いことが被害を大ならしめる傾向が認められるのは，小麦の生育初期の不良環境が小麦の草状に大きな影響を与え，それが前項で述べたように末衰弱葉の強弱に影響することを考えれば当然のように考えられる。

積雪期間が特に短い場合には，これらの条件が備わつている場合にも雪害が少ない傾向が認められたが，一般に積雪期間の影響は認められず，特に琴似で173日，北見で144日に及んだ場合にも被害は少であつた。この事実は前節並びに前項における結論を裏づけるものであろう。

説明不可能な例外的な場合も相当に認められたが，前項で述べたような複雑な要因の錯綜することを考えれば，むしろ当然のこととも思われる。

以上述べた「雪害と関係ありと思われる気象」に関する考察を，確実な事実とするにはなお証拠不充分であり，比較的相関関係の高い一つの推測とするにとどめて，今後の詳細な研究にまちたいと思う。

第8章　麦類雪腐病の防除に關する試験

第6章までの記述において麦類の雪腐病の原因，病原菌の種類，分布並びにその発生条件，性質を明らかにし，また小麦の越冬性を支配する諸要因を明らかにした。これらの知識に基き麦類の雪害対策をたてるのが本章の目的である。

第1節　圃場試験における雪腐病被害の調査法

圃場試験において作物病害の被害程度を，いかにして数量化するかということは非常に重大な問題である。その方法の如何により全く異なつた結果を招来することも稀ではない。麦類雪腐病では従来越冬株比率または越冬茎数比率が用いられた。これは晩秋根雪前に畦の上に竹棒を立て一定畦長（1尺～3尺）間の株または茎数を調査し，翌春同一区間の株数または茎数を調査し，前者をもつて後者を除し越冬株（または茎）比率を算定する。この方法は次の如き長所と欠点をもつ。

長　所　密播の場合でも茎数を調査することで比較的容易に調査が行える。

欠　点　被害の様相が全く調査結果に反映しない。したがつて，誤つた結論を得る場合がある。殊に従来慣行されているごとき畦の上にランダムに 1～3 尺の畦長をとつて調査する方法は，雪腐病被害の不均一性から非常に偏差の大きな数字を与える。

この欠点を除くためには被害の程度を分類して調査する必要がある。中川(1949)は次のごとくして被害度を算出した。即ち被害を次の区分に分けて調査する。

A　全茎枯死株

B　株は生存しているが葉の大部分が枯死した株

C　株生存，葉の一部枯死した株

D　健全又は葉のきわめて一部分が枯死した株

以上の各被害程度の株数に A：50，B：10，C：3，D：0 の各指数を乗ずる。これらを総和したものを総調査株数で除する。

$$被害度=\frac{50\,A+10\,B+3\,C}{調査総株数}$$

岩切(1950)は次のようにして被害度を算出した。

階級	被害の様相	指数	階級	被害の様相	指数
A	1 株全部枯死	100	D	1 株の全葉枯死	5
B	1 株の茎の半数以上枯死	60	E	1 株の全葉の半分以上枯死	3
C	1 株の茎の半数以下枯死	30	F	1 株の全葉の半分以下枯死	2

$$\text{被害度} = \frac{100\,\mathrm{A}+60\,\mathrm{B}+30\,\mathrm{C}+5\,\mathrm{D}+3\,\mathrm{E}+2\,\mathrm{F}}{100}$$

A…F は調査個体数中の各当該階級に相等する被害株数の 100 分率

最近小野・島田 (1952) 及び中川 (1953) は子実収量を基として，各階級の係数を定めた。即ち小野等は A : 株の枯死，B : 茎の半数以上枯死，C : 茎の半数以下枯死，D : 全茎枯死，E : 葉の半数以上枯死，F : 葉の半数以下枯死の 6 階級に分け，各々 A : 100, B : 70, C : 50, D : 35, E : 20, F : 0 の数値を乗じ，被害度 $=\dfrac{100\,\mathrm{A}+70\,\mathrm{B}+50\,\mathrm{C}+35\,\mathrm{D}+20\,\mathrm{E}+0\,\mathrm{F}}{\text{総調査株数}}$ にて算出した。

筆者は 1946～'48 年の間は次のように算定した。

階級	被害の様相	指数 主要茎数 8 の時	7 の時	5 の時
完全枯死株	全株枯死せるもの	8	7	5
大被害株	1 株の 8 割が腐敗 2 割を残すもの	6	5	3
中被害株	1 株の 5 割が腐敗	4	3	2
小被害株	1 株の 2, 3 割が腐敗したもの及びそれ以下従つて健全株も入る。	2	1	1

$$\text{被害度} = \frac{\Sigma(\text{各階級株数} \times \text{当該係数})}{\text{最高指数} \times \text{総調査株数}} \times 100$$

1949 年以降は次のようにした。

階級	被害の様相	指数	階級	被害の様相	指数
完全枯死株	全株腐敗せるもの	4	小被害株	全株の ¼ が腐敗せるもの	1
大被害株	全株の ¾ が腐敗せるもの	3	健全株	健全と認めるもの	0
中被害株	全株の ²⁄₄ が腐敗せるもの	2			

$$\text{被害度} = \frac{\Sigma(\text{各階級株数} \times \text{当該指数})}{4 \times \text{総調査株数}} \times 100$$

以上の方法はそれぞれ一長一短があると考えるが，筆者の方法は 3 長所がある。

(1) 調査が容易であること（ただし 1 粒播の場合）。

(2) 各株の ¼ を単位として，その全単位のうち何%が腐敗しているかを表現しているから，数量化が比較的に実質的である。

(3) 被害の様相を一応表現している。即ち各被害階級間の数字の分布を見れば，圃場調査に

経験をもつ者は一応の概念を持つことができる。

いずれにしても，研究の目的によつて各々の方法を選定することが必要である。本研究では通常1区4条播として，その中間2条の全条につき，融雪後1週間以内に調査を行うようにした。

第2節 耕種法と雪腐病被害の關係

雪腐病の防除を行うために必要な第1の問題は，良い品種を，良い方法で栽培することである。従来もこの観点から耕種法と雪腐病被害の関係に関する多くの仕事が成されて来た。先ず *Typhula* に対するものでは，ZIMMERMANN (1922) は硝酸ソーダ，硫酸アンモニアの追肥が被害を軽減せしめるとし，また充分な除草整地が必要であるとした。WÜRTENBERGER (1927) は同様に硝酸ソーダ，ロイナ硝石，硫酸アンモニアの追肥が被害を軽減せしめるとし，また丁寧に整地することを推奨している。MÜLLER (1930) は輪作の必要を説き HUNGERSFORD & REMSBERG (1933)，VOLK (1937) は遅播で被害が減少するとして遅播を推奨している。VOLK (1937) はそれに加えて厚播と深植えが被害を増大するとしている。本邦では村田 (1927) は被害は平畦に多く高畦に少なく，早播のもの厚播のもの，基肥に N 質肥料を単用したものに害が多いとしている。また播種前に草木灰を多用すると被害が軽減するという。徳田 (1936) は播種期が遅れると被害が増し，一定以上遅れるとかえつて減少するという。しかし遺憾ながら病菌の種類について記載がない。斎藤 (1939) は岐阜県飛騨地方で積雪前 60 日のものが耐雪性最も弱く，これより前後するに従い順次耐雪性が増加し，幼植物時代の加里欠乏は耐雪性を減退せしめ，積雪前 10 日に加里を施用しても効果はない。この試験には病菌の種類の記載がない。原・滝島 (1942) は根雪前の硫酸アンモニアの追肥の害をあげた。中川 (1950, 1951) は燐酸欠乏土では P の施用の効果顕著であると報告した。また栗林・市川 (1948, 1951) は播種期が遅れると被害を増し，更に遅れて針麦の程度では被害かえつて減少するとし，また肥料欠乏で被害増加するとした。

次に大粒菌核病 (*S. graminearum*) では KHOKHRYAKOFF (1935) は前秋の異常に降雨多い暖い年に多く，また重粘土地に被害が多いという。PUKHALSKI (1937) によれば，肥料の少ない耕作不充分な土壌で被害最も激しく，遅播も被害が激しい。FOKIN (1939) も前秋の比較湿度が非常に高い時に害が大であるという。YAKOVLEV (1939) によれば，同様に前秋温暖多雨である年に被害激しい。*S. graminearum* の sclerotia は地下浅く埋められると，未熟のものは早く腐つてしまうが，これは防除上重要な事項であり，早春培土し，また収穫刈取後耕起することが必

要であるとしている。TUPENEVITCH (1939) は防除のために輪作，有機質肥料の施与，酸性土壌の石灰矯正，土壌の排水，融雪促進，腐敗麦のプラウによる耕起が必要であるという。

紅色雪腐病 (*Fusarium nivale*) では HILTNER (1911, 1916), LINDFORS (1920) などは藁を肥料としたり，あるいは早播としたりして葉の成長を旺盛ならしめる操作は害を多くするという。それで秋に葉を切つたり，家畜に食わせると害が減少するという。KORF (1924) は高い地帯が平地に較べ被害激しく，弱アルカリ土壌より強酸性土壌の方が害が激しいという。PICHLER (1933) によれば，大粒で重い，発芽率の良い種子を用うることが重要であり，また遅播きにすると被害が減少する。畦幅，株間を広くすること，良く耕作して排水を良好にすることが被害を軽減し，加里，燐酸は秋季施与し，窒素はなるべく春に施与すべきであるという。ANLIKER (1935) は遅播きでは害が多く，またアルカリ土壌で害が激しいとした。TUPENEVITCH & SHIRKO (1936) は排水が必要であり，また肥料を充分に与えることにより，被害が減少するという。また栗林 (1948) によれば 9 月から 10 月下旬までは，播種期遅れるに従い被害が増し，11 月以降ではいわゆる針麦の状態で越冬し，被害は少ないという。また肥料を多く与えるほど被害は減少する（実験の最高は 5 割増し）。岩切 (1950) は播種期が早かつたり，窒素質肥料が少ないために積雪前 N 質欠乏に陥つたもので被害が増大するという。中川 (1951) は燐酸欠乏土では燐酸施用の防除効果顕著であるという。

褐色雪腐病 (*Pythium*) では，岩山 (1936) によれば畑作跡より水田裏作で被害大であり，排水不良地で大である。また窒素質多施の場合に被害大であり硫酸アンモニア追肥は害を大きくするとした。岩切 (1950) によれば融雪水停滞条件で被害多く，播種期早いとか施用窒素少ないとか，秋の生育期間の温度高い場合など，根雪前の麦の窒素欠乏に傾き易い場合に被害が少ない。

松尾 (1944) は病原菌とは離れて，雪害の立場から耕種状況と被害の関係を見るため，ボルドウ液を撒布した条件で試験を行つた。それによれば早播の密植はやや徒長の気味があり，積雪前の生育は早播ほど，播種量少ないほど良好で，被害も少ない。また子実収量も大である。播種期遅い場合は厚播にする必要がある。移植栽培を行う場合は移植期早いほど被害は大で，耐雪性品種を適期より遅れて直播する場合は，却つて一応移植した方が耐雪力が強くなる。したがつて収量も増す。土壌と被害の関係を調べるために縦，横 2 尺，深さ 1.5 尺のコンクリート植木鉢で，底部より排水できるようにしたものを造り実験した結果，粘質壌土では地力大で植物体の生育大であるが，排水悪く被害大である。埴質壌土は排水も良好，地力も比較的あるために雪害少なく，収量良好で，砂土は排水良好のため雪害きわめて少ないが，地力なく収量少

ない。土入れ踏圧はかえつて雪害を助長することがあるという。融雪促進は雪害防除の効果があるが，そのために黒土坪当 600 g を融雪期の約 1 箇月前に撒布した場合，10 日間融雪を早めることができた。融雪後腐敗した茎葉が植物体の生長点を覆つてその伸長を妨げる。したがつて，なるべく早くこれを掻きとつて除いた方が良いという。

以上述べた既往の研究を総括するに，一致点も多いが，また不一致点も多い。これはその地方の気象状況，土地状況にもよるであろうし，また同じ栽培処置を行つても，その処置の量によつて相違することもあろう。したがつて，北海道に適した耕種条件を見出す必要と，同時に統一的な見解を得るために一層深く問題を解析する必要を認める。筆者は新しく得られた知識により，この問題の再検討を行つた。耕種条件として多くのことが考えられるが，ここでは肥料，播種期及び品種の 3 を選んだ。なおこの他に播種密度，日照の多少，土壌水分，土壌酸度，土壌凍結，土地の傾斜，防風林などの重大な問題があり，これらは相互に関連して複雑な様相を呈するであろう。これらの解決は将来の研究にまたねばならない。

試験は小粒菌核病及び大粒菌核病に対して行つた。前者は琴似町北海道農業試験場圃場を用いた。この圃場は常にほとんど小粒菌核病菌のみが発生し，他の病菌はほとんど見られない。後者は女満別麦類試験地を用いた。この圃場は丘陵地にあり，網走地方の他の土地に大粒菌核病菌が発生しない年でも，この圃場には常に該菌が発生する。両試験圃場の土性は次のようである。

琴似町北海道農業試験場圃場	第四紀新層　埴壌土
女満別試験地圃場	火山灰土　壌土

第1項　小粒菌核病と耕種条件

(1)　肥料及び播種期

試　験　(1)　1948～'49 年冬季

目　　的　小麦の小粒菌核病被害に対する肥料及び播種期の影響を調べた。

試 験 法

試験施行場所　琴似町北海道農業試験場圃場

供試品種　「ドーソン1号」

播 種 期　9月 16 日及び 9 月 24 日の 2 回

播 種 法　1粒千鳥播 (9 cm)

1区面積及び区数　1区1坪，3区制

施　肥　標準肥用量（反当）次のようである。

硫酸アンモニア9貫，過燐酸石灰8貫，硫酸加里2貫

2倍施肥区は前述の2倍とした。即ち次の如くである。

施肥の形式	試験区の記号	N	P	K	堆肥	魚粕
1) 標準三要素区	NPK	1	1	1	0	0
2) 無窒素区	PK	0	1	1	0	0
3) 無燐酸区	NK	1	0	1	0	0
4) 無加里区	NP	1	1	0	0	0
5) 三要素倍量区	2(NPK)	2	2	2	0	0
6) 三要素窒素倍量区	PK 2 N	2	1	1	0	0
7) 無施肥区	0	0	0	0	0	0
8) 三要素及び堆肥，魚粕区	NPK+堆肥，魚粕	1	1	1	(反当貫) 300	(反当貫) 3

生育調査は1区5株2区につき行つた。

試験結果　生育調査結果は第138表及び第139表に示した。無肥料区において最も被害少なく，施肥区はすべて無肥区よりは被害大と認められるが，各施肥区の間に差は認められない。生育初期における2(NPK)区の生育状況が標準区のそれに較べ劣つたにかかわらず，その雪腐病被害程度は標準区との間に差がないのは興味がある。播種期について見れば，被害度はすべて遅播区が少ない傾向があるが，完全枯死株%は各肥料区を通じて遅播区で多い傾向がある。

第138表　試験(1)における生育調査結果

調査期日	9月16日						9月24日					
調査項目	草丈(cm)			茎数(本)			草丈(cm)			茎数(本)		
試験区	A	B	平均	A	B	平均	A	B	平均	A	B	平均
NPK	17.5	17.3	17.4	9.6	13.6	11.6	14.7	14.3	14.5	4.2	3.8	4.0
PK	16.6	17.2	16.9	6.2	7.4	6.8	11.4	12.9	12.2	3.2	5.0	4.1
NK	16.8	16.5	16.7	11.0	8.6	9.8	14.2	12.3	13.3	4.0	5.2	4.6
NP	17.0	17.3	17.2	8.0	9.8	8.9	12.0	12.3	12.2	2.8	3.2	3.0
2(NPK)	16.9	16.6	16.8	9.2	11.2	10.2	14.4	15.5	15.0	4.6	5.0	4.8
PK 2 N	17.9	16.9	17.4	8.0	10.0	9.0	15.3	13.4	14.4	5.6	5.2	5.4
無肥	16.0	15.3	15.7	6.2	5.6	5.9	10.5	9.7	10.1	4.0	3.4	3.7
堆肥	16.7	16.0	16.4	9.6	11.0	10.3	14.3	12.1	13.2	5.4	6.0	5.7

〔註〕A，Bは各々第139表の試験区で，各々の区の調査平均値を示す。

試験(2)　1949〜'50年冬季

目　的　*Typhula* 被害と施肥の多少の間の関係およびそれと播種期の交互作用を調査し

た。

試 験 法

試験施行場所　琴似町北海道農業試験場圃場

供試品種　「ドーソン1号」

播 種 期　9月10日及び9月22日の2回

播 種 法　1粒千鳥播 (9 cm)，畦幅 50 cm

1区面積及び区数　1区 1.8 坪 3区制乱塊法

施　　肥　標準施肥量は試験 (1) と同じ（ただし堆肥，魚粕を含まず），2倍及び4倍施肥区は各々標準の2倍，4倍を与えた。

第139表　*Typhula* の被害と肥料及び播種期の関係 (1948～'49)

播種期		9月16日播				9月24日播			
試験区	調査項目＼試験区	A	B	C	平均	A	B	C	平均
NPK	調査株数	33	20	32	85	40	29	29	98
	完全枯死株	12.1	5.0	6.3	7.8	30.0	31.0	0.0	20.3
	大被害株	48.5	45.0	40.6	44.7	25.0	31.0	34.5	30.2
	中被害株	39.4	40.0	50.0	43.1	12.5	27.6	48.3	29.5
	小被害株	0.0	10.0	3.1	4.4	32.5	10.3	17.2	20.0
	被害度	68.9	61.2	62.5	64.2	63.1	70.7	54.3	62.7
PK	調査株数	35	29	29	93	36	31	26	93
	完全枯死株	31.4	6.9	10.3	16.2	13.9	29.0	7.7	16.9
	大被害株	51.4	44.8	34.5	43.6	13.9	35.5	11.5	20.3
	中被害株	10.4	27.6	44.8	27.6	36.1	6.5	61.5	34.7
	小被害株	5.7	20.7	10.3	12.2	36.1	29.0	19.2	28.1
	被害度	79.3	59.5	61.2	66.7	51.4	66.1	51.9	56.5
NK	調査株数	27	34	31	92	30	36	38	104
	完全枯死株	0.0	20.6	32.3	17.6	30.0	25.0	26.3	27.1
	大被害株	51.9	50.0	25.8	42.6	26.7	19.4	34.2	26.8
	中被害株	48.1	26.5	29.0	34.5	30.0	22.2	28.9	27.0
	小被害株	0.0	2.9	12.9	5.3	13.3	33.3	10.5	19.0
	被害度	63.8	72.0	69.3	68.4	68.3	59.0	69.1	65.5
NP	調査株数	31	28	24	83	28	36	20	84
	完全枯死株	3.2	10.7	4.2	6.0	28.6	30.6	5.0	21.4
	大被害株	41.9	14.3	25.0	27.1	14.3	30.6	25.0	23.3
	中被害株	32.3	57.1	66.7	52.0	21.4	16.7	20.0	19.3
	小被害株	22.6	17.9	4.2	14.9	35.7	22.2	50.0	36.0
	被害度	56.5	54.5	57.2	56.1	58.9	67.4	46.2	57.5

播種期		9月16日播				9月24日播			
試験区	試験区 / 試査項目	A	B	C	平均	A	B	C	平均
2 (NPK)	調査株数	40	9	20	69	34	32	32	98
	完全枯死株	25.0	11.1	10.0	15.4	38.2	25.0	18.8	27.3
	大被害株	55.0	44.4	30.0	43.1	20.6	34.4	28.1	27.7
	中被害株	20.0	11.1	60.0	30.4	32.4	34.4	37.5	34.8
	小被害株	0.0	33.3	0.0	11.1	8.8	6.3	15.6	10.2
	被害度	76.2	58.3	62.5	65.7	72.1	69.5	62.5	68.0
PK 2 N	調査株数	34	29	27	90	31	36	30	97
	完全枯死株	14.7	24.1	14.8	17.9	22.6	25.0	10.0	19.2
	大被害株	23.5	34.5	40.7	32.9	25.8	25.0	43.3	31.4
	中被害株	44.1	24.1	40.7	36.3	25.8	33.3	36.6	31.9
	小被害株	17.6	17.3	3.7	12.9	25.8	16.7	10.0	17.5
	被害度	58.8	66.4	66.6	63.9	61.3	64.5	63.3	63.0
無肥	調査株数	26	20	33	79	27	31	—	58
	完全枯死株	3.8	20.0	18.2	14.0	11.1	0.0	—	5.6
	大被害株	34.6	10.0	27.3	24.0	29.6	19.4	—	24.5
	中被害株	11.5	30.0	36.4	26.0	29.6	16.1	—	22.9
	小被害株	50.0	40.0	18.2	36.1	29.6	64.5	—	47.1
	被害度	48.1	52.5	61.4	54.0	55.5	38.7	—	47.1
NPK+堆肥, 魚粕	調査株数	22	27	—	49	37	30	—	67
	完全枯死株	13.6	11.1	—	12.4	21.6	3.3	—	12.5
	大被害株	59.1	25.9	—	42.5	24.3	43.3	—	33.8
	中被害株	22.7	48.1	—	35.4	18.9	36.7	—	27.8
	小被害株	4.5	14.8	—	9.7	35.1	16.7	—	25.9
	被害度	70.5	58.3	—	64.4	58.1	58.3	—	58.2

第140表　試験(2)の小麦生育状態

播種期	調査期日 / 肥料	12/X 草丈	12/X 茎数	17/X 草丈	17/X 茎数	24/X 草丈	24/X 茎数	27/X 草丈	27/X 茎数	3/XI 草丈	3/XI 茎数
9月10日播	無施肥	cm 17.6	3	cm 19.8	5	cm 20.6	7	cm 22.2	8	21.4	13
	標準肥	18.4	3	20.1	5	22.4	8	24.2	11	24.2	13
	2倍施肥	18.6	3	21.0	4	22.0	7	23.6	9	23.8	13
	4倍施肥	18.7	3	19.8	4	21.0	6	22.6	8	21.9	11
9月22日播	無施肥	14.6	1	15.0	2	15.0	3	15.8	4	15.7	5
	標準肥	16.0	1	17.1	2	18.0	3	18.9	4	18.4	8
	2倍施肥	15.3	1	16.3	3	17.3	4	18.1	6	18.6	8
	4倍施肥	15.3	1	15.5	3	17.5	4	17.8	5	18.1	8

第141表　*Typhula* 被害と肥料及び播種期の関係 (1949～'50年)

播種期	項目＼施肥	0	NPK	2 (NPK)	4 (NPK)
9月10日播	調査株数	276	290	270	261
	完全枯死株 (%)	0.0	0.0	0.3	0.0
	大被害株 (%)	1.1	1.7	4.8	1.6
	中被害株 (%)	8.2	8.7	12.3	10.0
	小被害株 (%)	35.1	47.3	45.4	40.8
	健全株 (%)	55.7	42.3	37.2	47.5
	被害度	13.7	17.4	21.4	16.4
9月22日播	調査株数	288	316	294	296
	完全枯死株 (%)	1.4	1.6	0.0	0.7
	大被害株 (%)	5.4	5.0	1.7	3.8
	中被害株 (%)	9.5	17.2	10.3	13.3
	小被害株 (%)	21.7	28.8	33.7	36.7
	健全株 (%)	62.2	47.5	54.3	45.4
	被害度	15.5	21.1	20.9	19.4

試験結果　生育調査は第140表に，被害状況調査は第141表に示した。4倍肥区の生育状況は特に劣るのが認められた。被害度についてバリアンス分析を行つた結果によれば処理間に有意義な差は認められない。

(2) 播種期及び品種

1948～'51の3冬季期間に，ほぼ同一の小麦品種を用いて播種期試験を行つた。第1回目の試験を除き第2回及び3回目の試験は同一規格によるものである。

試験 (3) 1948～'49年

目　的　*Typhula* 被害と播種期の関係およびそれと品種の交互作用を知るために行つた。

試験法

試験施行場所　琴似町北海道農業試験場圃場

供試品種　「赤銹不知1号」,「小麦農林8号」,「小麦農林62号」,「ドーソン1号」,「赤皮赤1号」

播種期日　9月11日，17日，26日の3回に分けて播種

播種法　畦幅10 cm，株間4.5 cm，1区100粒，2区制

施　肥　硫酸アンモニア5.4貫（反当)，過燐酸石灰（13度）3.6貫，塩化加里2貫，魚粕10貫

試験結果　調査結果は第142表に示した。被害度は「赤銹不知1号」では播種期遅い方が被害少ない傾向があり，「赤皮赤1号」では逆に播種期早い方が被害少ない傾向を認めた。完全枯死株比率は「小麦農林62号」以外では各品種ともに播種期遅い方が大である。品種間では「赤皮赤1号」の播種期遅いものが特に被害大である傾向を認めた。

第142表　*Typhula* 被害と品種及び播種期の関係　(1948～'49)

品種名 \ 播種期	項目	9月11日 A (%)	9月11日 B (%)	9月11日 平均 (%)	9月17日 A (%)	9月17日 B (%)	9月17日 平均 (%)	9月26日 A (%)	9月26日 B (%)	9月26日 平均 (%)
赤銹不知1号	完全枯死株	0.0	3.1	1.6	3.2	1.5	2.4	0.0	6.7	3.4
	大被害株	15.1	24.6	19.9	11.3	13.8	12.7	3.4	3.3	3.4
	中被害株	34.0	36.9	35.4	24.2	29.2	26.7	10.2	21.7	15.9
	小被害株	51.0	35.4	43.2	61.3	55.4	58.4	86.4	68.3	77.4
	被害度	41.0	48.8	44.9	39.1	40.3	39.7	29.1	37.0	33.1
小麦農林8号	完全枯死株	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	2.1	1.7	5.0	3.4
	大被害株	1.7	5.5	3.6	31.7	19.7	25.7	15.5	16.7	16.1
	中被害株	32.2	23.3	27.7	22.2	54.9	38.6	15.5	11.7	13.6
	小被害株	66.1	71.4	68.7	46.0	21.1	33.6	67.2	66.7	66.9
	被害度	33.8	33.9	33.9	46.4	51.7	49.1	37.9	40.0	38.9
小麦農林62号	完全枯死株	0.0	—	0.0	0.0	1.5	0.7	0.0	—	0.0
	大被害株	13.2	—	13.2	0.0	13.2	6.6	12.3	—	12.3
	中被害株	32.1	—	32.1	30.2	60.3	45.3	22.8	—	22.8
	小被害株	54.7	—	54.7	69.8	25.0	47.4	64.9	—	64.9
	被害度	39.6	—	39.6	32.5	47.7	40.1	36.8	—	36.8
赤皮赤1号	完全枯死株	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	3.5	21.0	19.0	20.0
	大被害株	11.9	18.2	15.1	23.9	38.9	31.4	38.7	22.2	30.5
	中被害株	49.2	39.4	44.3	42.3	25.9	34.1	11.3	28.6	19.9
	小被害株	39.0	42.4	40.7	26.8	35.2	31.0	29.0	30.2	29.6
	被害度	43.2	43.9	43.6	52.8	50.9	51.8	62.9	57.5	60.2

試験 (4) 1948～'49年

目　的　前実験に同じ。但し播種密度を異にする。

試験法

試験施行場所　琴似町北海道農業試験場圃場

供試品種　「赤銹不知1号」，「小麦農林8号」，「小麦農林62号」，「ドーソン1号」，「赤皮赤1号」

播種期　9月11日，17日，26日の3回

播種法　畦幅50 cm，1粒千鳥播（4.5 cm間隔），2区制

第143表　試験(4)の小麦の生育状況　(11月13日調査)

品種 ＼ 播種期	9月11日播 草丈	9月11日播 茎数	9月17日播 草丈	9月17日播 茎数	9月26日播 草丈	9月26日播 茎数
赤銹不知1号	22.5 cm	10.0	19.8 cm	9.0	17.1 cm	3.6
農林8号	17.2	11.0	13.9	6.4	11.5	3.4
ドーソン1号	18.0	8.2	19.6	7.5	13.2	3.4
農林62号	23.0	6.6	19.8	7.0	15.7	3.4
赤皮赤1号	19.6	7.8	19.5	6.4	15.4	2.8

第144表　*Typhula* 被害と品種及び播種期の関係　(1948〜'49)

品種	項目	9月11日播 A	9月11日播 B	9月11日播 平均	9月17日播 A	9月17日播 B	9月17日播 平均	9月26日播 A	9月26日播 B	9月26日播 平均
赤銹不知1号	調査株数	136	77	213	74	129	203	163	169	332
	完全枯死株(%)	0.7	2.6	1.6	1.4	3.1	2.2	2.5	6.5	4.5
	大被害株(%)	5.9	11.7	8.8	6.8	6.2	6.5	3.7	3.0	3.3
	中被害株(%)	21.3	10.4	15.8	14.9	8.5	11.7	3.1	6.5	3.8
	小被害株(%)	72.0	75.3	73.6	77.0	82.2	79.6	90.8	84.0	87.4
	被害度	33.8	35.3	34.6	33.1	32.5	32.8	29.4	32.9	31.2
小麦 農林8号	調査株数	142	132	274	148	112	260	157	113	270
	完全枯死株(%)	2.1	9.1	5.6	1.4	2.6	2.0	1.3	2.7	2.0
	大被害株(%)	22.5	12.1	17.3	6.8	11.6	9.2	12.7	6.2	9.5
	中被害株(%)	29.6	19.7	24.6	8.8	31.3	20.1	7.6	3.5	5.5
	小被害株(%)	45.8	59.1	52.5	83.1	54.5	68.8	78.3	87.6	82.9
	被害度	45.2	42.8	44.0	31.5	40.6	36.1	34.2	30.9	32.5
小麦 農林62号	調査株数	96	45	141	94	37	131	143	137	280
	完全枯死株(%)	2.1	0.0	1.0	2.1	2.7	2.4	1.4	9.5	5.5
	大被害株(%)	10.4	13.3	11.8	15.9	8.1	12.1	14.7	13.9	14.3
	中被害株(%)	31.3	35.6	33.5	26.6	13.5	20.1	16.1	17.5	16.8
	小被害株(%)	56.3	51.1	53.7	55.3	75.6	65.4	67.8	59.1	63.4
	被害度	39.5	40.5	40.0	41.2	34.4	37.8	37.4	43.4	40.4
ドーソン1号	調査株数	169	35	204	111	24	135	140	25	165
	完全枯死株(%)	6.5	2.9	4.7	0.0	0.0	0.0	4.3	8.0	6.2
	大被害株(%)	14.2	11.4	12.8	5.4	0.0	2.8	1.4	0.0	0.7
	中被害株(%)	29.6	14.3	21.9	10.8	8.3	9.6	2.1	0.0	1.1
	小被害株(%)	49.7	71.4	60.5	83.8	91.7	87.7	92.1	92.0	92.1
	被害度	44.3	35.0	39.7	30.4	27.0	28.7	29.4	31.0	30.2
赤皮赤1号	調査株数	118	99	217	178	89	267	83	141	224
	完全枯死株(%)	5.9	11.1	8.5	2.2	3.4	2.8	4.8	5.0	4.9
	大被害株(%)	15.3	32.3	23.8	26.4	18.0	22.2	1.2	7.8	4.5
	中被害株(%)	22.9	31.3	27.1	33.7	24.7	29.2	9.6	7.8	8.7
	小被害株(%)	55.9	25.3	40.6	37.6	53.9	45.7	84.3	79.4	81.8
	被害度	42.7	57.3	50.0	48.3	42.6	45.4	31.6	34.5	33.1

肥　　料　前実験と同じ。

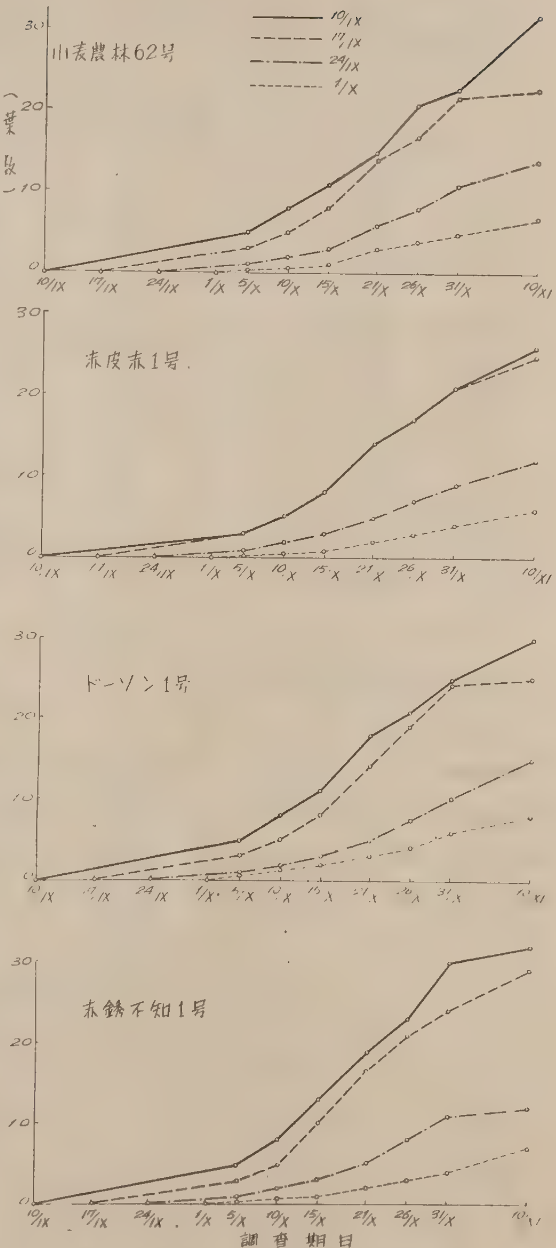
試験結果　生育調査結果は第143表，被害状況調査は第144表に示した。被害度は「赤銹不知1号」,「小麦農林8号」,「ドーソン1号」,「赤皮赤1号」で各々播種期遅い方が被害少ない。完全枯死株比率は「赤銹不知1号」及び「小麦農林62号」では播種期遅い方が大である。「ドーソン1号」,「赤皮赤1号」では中間期播種（9月17日播）が最も少ない。前実験と本実験は同一年に隣り合つた圃場で行つたものであるが，特に「赤皮赤1号」で前実験では遅播で顕著に被害大であるに反して，本実験ではその逆であることが注目される。これらは前実験では畦と畦が密接して，遅播の葉数非常に少ないものでも，葉と葉が密着して伝染の機会が大であるに反して，本実験では遠く離れていて，その機会が少ないことによるのかも知れない。将来の詳細な検討が必要である。

試　験　(5)　1949〜′50年

目　　的　前実験と同じ。

試 験 法

試験施行場所　琴似町北海道



第51図　試験(5)における小麦生育状況（葉数）

農業試験場圃場

供試品種 「赤銹不知1号」,「ドーソン1号」,「赤皮赤1号」,「小麦農林62号」

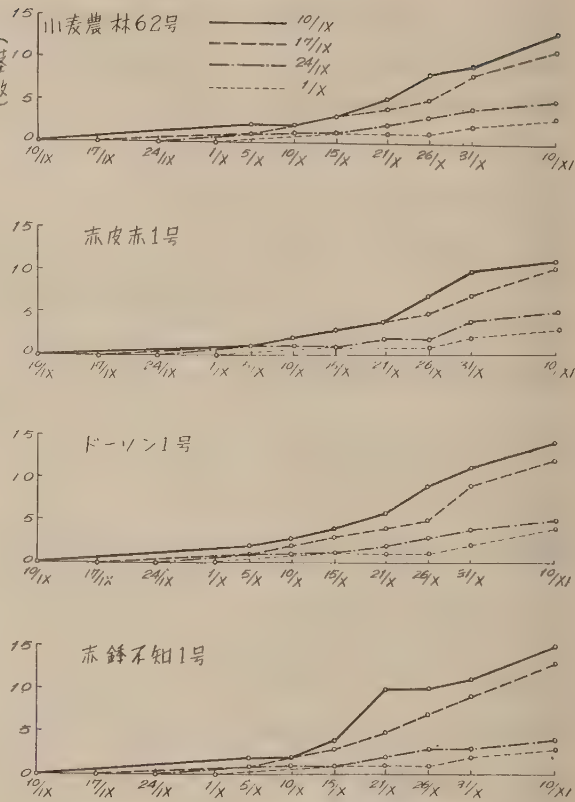
播種期 9月10日,17日,24日,10月1日

播種法 前実験と同じ

区制 1区2.91坪,3区制,スプリットプロット法

施肥量(反当) 過燐酸石灰(16度)6.3貫,硫酸アンモニア10貫,塩化加里1貫

反当子実收量調査 2区をとつて調査した。



第52図 試験(5)における小麦生育状況(茎数)

試験結果 本実験における生育調査結果は第51,52図に示し,被害調査は第145表に示した。生育状況を見るに茎数,葉数ともに9月10日,17日播に較べ9月24日,10月1日播は著しく劣る。また各品種を通じ,10月下旬より11月初旬にかけて生育低下が認められる。被害状況を見るにバリアンス分析表(第146表)に明らかなよう

第145表 *Typhula* 被害と品種及び播種期 (1949～'50)

品種	被害状況 \ 播種期日	9月10日播	9月17日播	9月24日播	10月1日播
赤銹不知1号	調査株数	455	496	556	600
	完全枯死株(%)	0.0	0.5	1.1	0.8
	大被害株(%)	8.8	5.9	3.1	1.5
	中被害株(%)	20.6	14.7	6.1	1.0
	小被害株(%)	49.7	39.5	22.4	11.7
	健全株(%)	21.0	39.4	67.3	85.0
	被害度	29.3	22.1	12.1	5.4

品種	被害状況＼播種期日	9月10日播	9月17日播	9月24日播	10月1日播
ドーソン1号	調査株数	563	641	622	737
	完全枯死株(%)	0.2	1.3	0.7	0.3
	大被害株(%)	6.8	11.9	1.3	0.7
	中被害株(%)	17.1	14.9	2.4	1.3
	小被害株(%)	46.8	40.7	18.6	9.2
	健全株(%)	29.1	31.2	77.1	88.6
	被害度	25.5	27.8	7.5	3.7
赤皮赤1号	調査株数	628	698	766	722
	完全枯死株(%)	0.0	0.1	0.1	0.4
	大被害株(%)	14.8	6.1	2.1	3.0
	中被害株(%)	29.1	17.1	5.8	7.7
	小被害株(%)	45.9	52.7	36.1	29.7
	健全株(%)	10.5	24.0	55.9	59.2
	被害度	37.0	26.4	13.6	14.0
小麦農林62号	調査株数	571	613	669	797
	完全枯死株(%)	0.0	0.2	0.2	1.3
	大被害株(%)	5.0	10.4	1.2	2.9
	中被害株(%)	22.0	18.6	3.0	4.8
	小被害株(%)	65.5	60.2	43.4	43.1
	健全株(%)	7.3	10.6	52.2	47.9
	被害度	31.2	32.3	13.4	16.7

第146表　第145表の被害度のバリアンス分析表

変因	自由度	平方和	不偏推定量	F値
ブロック	2	156.73	78.365	
品種	3	501.201	167.067	3.440
誤差	6	290.896	48.483	
ブロック別品種	11	948.827		
播種期	3	4063.664	1354.555	45.152**
品種×播種期	9	300.593	33.399	
誤差	24	729.017	30.376	
全体	47	6042.102		

第147表　試験(5)の反当子実収量比較（貫）

播種期	9月10日播		9月17日播		9月24日播		10月1日播	
		(平均)		(平均)		(平均)		(平均)
赤銹不知1号	69.8 54.9	62.4	46.1 53.6	49.8	29.9 43.7	36.8	31.2 32.4	31.8
ドーソン1号	53.6 62.4	58.0	54.9 71.1	63.0	42.4 44.9	43.7	28.7 42.4	35.6
赤皮赤1号	47.4 51.2	49.3	49.9 52.4	51.2	57.4 46.1	51.8	43.7 44.9	44.3
小麦農林62号	61.1 59.9	60.5	59.9 43.7	51.8	46.1 44.9	45.5	21.2 39.9	30.6

に播種期のみが顕著な傾向を示し，各品種を通じて早播に較べ遅播の方が被害が少ない。また各品種を通じて完全枯死株の%は遅播の方が多い傾向を認め，また被害小の株は播種期の早い方に多い傾向を認めた。子実収量（第 147 表）は明らかに遅播区で著しく減収する。

試験 (6) 1950～'51 年冬季

目的 前試験と同じ。

試験法

試験施行場所　琴似町北海道農業試験場圃場

供試品種　前試験と同じ。

播種期　9月11日，18日，25日及び10月2日

播種法並びに区制　前試験と同じ。

施肥量　前試験と同じ。

試験結果 生育調査は第 148 表，被害状況は第 149 表に示した。第 150 表に示した被害度のバリアンス分析表から，被害度に対する播種期の影響は認められなかつたが，品種の差は認められた。品種間については被害度は「赤銹不知 1 号」,「ドーソン 1 号」に較べ「赤皮赤 1 号」,「小麦農林 62 号」の被害が大である。

(3) 播種期と發生小粒菌核病菌の種類

試験 (5) の圃場で 2 種類の小粒菌核病菌の発生比率を調査したところ第 151 表のごとき結果を得た。表に明らかなように播種期の如何にかかわらず，被害大なる株は *T. ishikariensis* によるものであり，被害小なる株は *T. incarnata* によるものであつた。*T. ishikariensis* がついて，かつ被害の小さな場合には，その株を詳細に調べると *T. ishikariensis* のついた部分はくさび型に腐り込んでいて，他の被害小なる部分には *T. incarnata* がついている。第 151 表の調査株数は少ないが他の多くの場合に同様の現象を認めた。

第 148 表 試験 (6) における小麦生育状況

品種	播種期＼調査期日	10月20日調査		10月30日調査	
		草丈 (cm)	茎数	草丈 (cm)	茎数
赤銹不知1号	9月11日	17.64	5.00	18.37	6.50
	18日	15.23	2.50	15.42	3.20
	25日	10.41	1.00	11.45	1.16
	10月2日	7.85	1.00	8.72	1.00
ドーソン1号	9月11日	18.60	5.30	18.58	6.53
	18日	14.95	2.73	13.87	3.30
	25日	11.48	1.26	11.64	1.73
	10月2日	7.77	1.03	8.00	1.03

品種	播種期＼調査期日	10月20日調査 草丈(cm)	10月20日調査 茎数	10月30日調査 草丈(cm)	10月30日調査 茎数
赤皮赤1号	9月11日	22.05	4.76	22.42	5.80
	18日	15.38	1.80	15.84	2.40
	25日	14.06	1.00	12.95	1.40
	10月2日	8.82	1.00	9.58	1.00
小麦農林62号	9月11日	20.36	4.96	20.43	6.46
	18日	14.48	2.26	14.78	2.76
	25日	11.16	1.10	11.59	1.50
	10月2日	7.69	1.00	8.56	1.00

第149表　*Typhula* 被害と品種及び播種期 (1950～'51)

品種	被害程度＼播種期	9月11日播	9月18日播	9月25日播	10月2日播
赤銹不知1号	調査株数	505	557	564	604
	完全枯死株(%)	3.27	2.08	4.20	3.65
	大被害株(%)	11.24	5.90	9.76	6.84
	中被害株(%)	22.05	18.58	22.89	22.19
	小被害株(%)	52.53	46.81	33.19	49.12
	健全株(%)	10.96	26.01	31.13	18.17
	被害度	35.86	27.42	30.72	30.50
ドーソン1号	調査株数	495	599	601	668
	完全枯死株(%)	2.64	3.18	1.84	2.12
	大被害株(%)	4.01	7.36	6.27	5.55
	中被害株(%)	13.15	22.28	14.62	12.10
	小被害株(%)	53.11	43.55	36.50	42.42
	健全株(%)	27.07	23.62	40.75	37.79
	被害度	25.49	30.72	22.98	22.94
赤皮赤1号	調査株数	546	575	631	633
	完全枯死株(%)	3.23	10.96	9.52	9.55
	大被害株(%)	12.41	18.89	13.41	12.03
	中被害株(%)	40.98	27.57	17.20	19.58
	小被害株(%)	40.18	37.04	42.02	43.22
	健全株(%)	1.19	5.51	17.83	15.60
	被害度	43.07	48.18	38.69	39.76
小麦農林62号	調査株数	540	549	657	619
	完全枯死株(%)	2.12	1.99	4.43	6.83
	大被害株(%)	12.79	13.11	16.17	18.87
	中被害株(%)	36.80	40.57	27.59	29.50
	小被害株(%)	44.54	35.22	33.36	34.61
	健全株(%)	3.68	9.11	18.11	10.12
	被害度	41.27	40.73	39.03	44.39

第150表　第149表の被害度のバリアンス分析表

変　　因	自由度	平　方　和	不偏推定量	F　値
ブロック	2	3735.169	1867.585	26.71**
品　　種	3	2367.637	789.212	11.28**
誤　　差	6	419.423	69.904	
ブロック別品種	11	6522.229	592.9299	
播　種　期	3	115.866	38.622	
品種×播種期	9	322.785	35.865	
誤　　差	24	1020.352	42.515	
全　　体	47	7981.232		

第151表　小麦の被害の大小と *T. incarnata* 及び *T. ishikariensis* 発生の関係

品　種	赤銹不知1号				赤皮赤1号				ドーソン1号	
播種期	9月17日播		10月1日播		9月17日播		10月1日播		9月17日播	
被害程度 / *T. in*, *T. is* 発生比	大	小	大	小	大	小	大	小	大	小
T. in のみ	0	9	0	6	0	6	4	8	3	20
T. in>*T. is*	1	2	0	0	2	4	0	0	0	3
T. in=*T. is*	3	0	0	2	1	0	0	0	2	1
T. is<*T. in*	5	0	2	0	9	0	0	0	9	0
T. is のみ	0	0	1	1	2	0	5	0	13	2

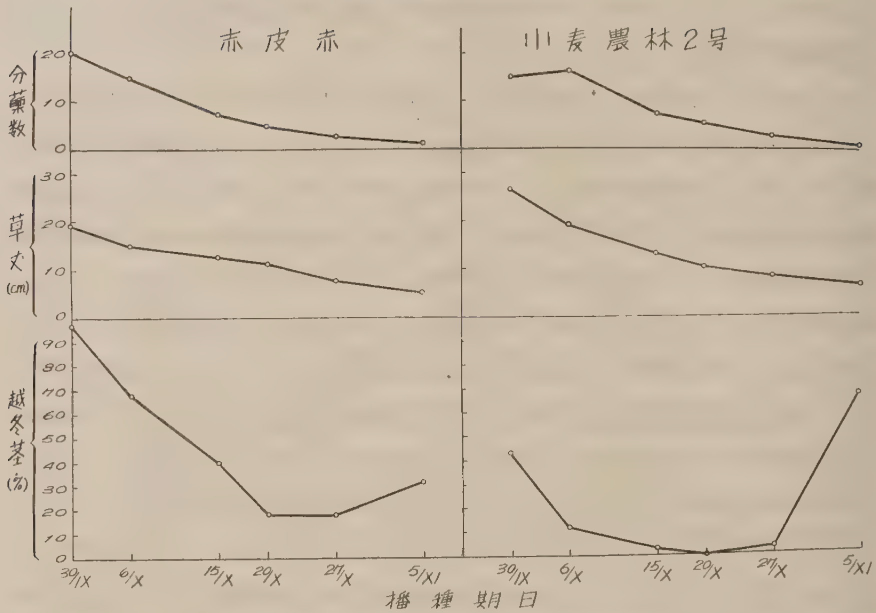
〔註〕 *T. in* のみとは1つの株に *T. incarnata* の菌核だけが附着している場合である。また *T. in*>*T. is* とは同一株に両方の菌核が附着しているが，*T. incarnata* の菌核の方が多い場合である。以下これに準ずる。

上記諸試験を要約すれば次のようである。

a）肥　料：2回の試験を通じて顕著な影響は認められなかつたが，常に無肥料区にやや被害が少ない傾向が認められる。多肥区では小麦の生育に対してはむしろ悪く影響しているにかかわらず，被害を増大した傾向は認められなかつた。無肥料区ではその植物体は小さく，茎数少なく草丈は短い。したがつてこの場合には播種期の場合と同じく葉数の少ない方が被害を小さくする傾向を示しているといえる。また播種期と肥料の交互作用も見られなかつた。一般にこれらの試験で著しい肥料の影響が認められなかつたのは，琴似の圃場の土が比較的施肥の量に対して安定であるためと考えられる。即ち肥料不足のときに *Typhula* による被害が増大する

ことが知られているからである。EKSTRAND (1949), 中川 (1951) は燐酸の不足の時に *Typhula* の被害が著しく増大することを述べている。

b) 播種期：上記諸試験の結果によれば，被害度はしばしば播種期遅い方に少ない場合が多い。しかるに完全枯死株比率は概して播種期遅い方が大きいが，同時に健全株比率も播種期が遅い方が大きい。即ち遅播きのものは一般に被害を受け難いが，一度被害を受けると甚大な被害になる傾向を認め，それに反して早播では一般に相当な被害を受けるが，完全枯死株に至るものは割合に少ない。この初期の被害（主として葉）の大小は早播では老成葉多く，そのために菌の侵害を著しく受けるが，遅播区では老成葉少なく菌の侵害を受ける機会が少ないことによるであろう。その後の進展の大小は次のような事情が考えられる。早遅区では強剛に生育していて，菌系の進展が困難であるが遅播区では進展が比較的容易である。あるいは *T. incarnata* と *T. ishikariensis* の拮抗作用により老葉の多い早播区では *T. incarnata* の侵害多く，そのため *T. ishikariensis* の侵害がおさえられ，したがつて被害が比較的軽微であるとも考えられる。しかしこれらの説明は証明を欠くので将来の研究にまたなければならない。従来一般に播種期が遅いと被害が増大するといわれているのは，その被害調査方法が越冬株%によつている故であろう。例えば栗林・市川 (1948) は「9月上旬から10月下旬までは播種期遅くなるにつれて被害増大する。しかし11月以降の極端な遅播で針麦の状態で越冬するものは被害少ない傾向をもつ」と述べた。また徳田 (1936) は同様に播種期早い場合と遅い場合に被害が大であるとしている。氏の場合には第53図に示すような草状である。これらを筆者の場合と比較するに筆者の遅播は氏等の極端な遅播に相当しないように考えられる。したがつて氏等の実験結果と筆者らの結果の相異は次のように説明される。即ち被害度をもつて表示する場合はしばしば遅播の方が被害少ない場合が認められるが，越冬株または越冬茎率で表示する場合は，ほとんど常に遅播区の被害が大となるであろう。これは次のことを意味する。即ち老成葉の被害がその圃場の被害の重要な部分を占めている場合は早播の方が被害大である。完全枯死株比率がその圃場の被害の重要な部分を占めている時は遅播の方が被害が大となる。老成葉と若葉の被害のバランスがいずれに傾くかがこの問題を決定するといえる。実際圃場観察を行うと早播区は融雪直後に甚大な被害を受けているように見えるが，その後回復するにしたがつて欠株が割に少ないことを認める場合が多い。VOLK (1937) は早播で被害が増大するとのべている。この老成葉と若葉の被害のバランスが *T. incarnata* と *T. ishikariensis* の発生比によつてきまるように考えられることについてはすでに第3章で述べたが本項の試験においてもそれが確かめられた。



第 53 図　徳田 (1936) の実験における草状と被害の関係

播種期の問題を実際農業の面から考えると，早播では全般的被害は増大するが，完全枯死株は割に少ないということ及び遅播区では秋季期間の分けつがきわめて不良で融雪と共に生殖生長に移り，そのため子実収量は非常に減ずるから早播が奨励せらるべきである。

c) 品　種：本試験に用いた品種は少数の慣用品種に過ぎないが一般的傾向として「赤皮赤1号」,「小麦農林 62 号」は被害大きく,「赤銹不知 1 号」,「小麦農林 8 号」,「ドーソン 1 号」の被害が少ない傾向をもつ。また「小麦農林 62 号」は被害度は比較的大であるが完全枯死株比率が割合に少ないから，実際問題として *Typhula* 発生地帯の耐害性品種として不適とはいい得ない。

第 2 項　大粒菌核病と耕種条件

(1) 肥料及び播種期

試　験 (7) 1948～'49 年冬季

目　　的　3 要素増施あるいは不平衡と *Sclerotinia graminearum* の被害，及びそれと播種期の関係を知る目的で試験を行つた。

試 験 法

試験施行場所　女満別麦類試験地圃場

供試品種　「赤銹不知1号」

播種期日　3回に分ち播種

播 種 法　1粒千鳥播

施　　肥　N（硫酸アンモニア），P（過燐酸石灰），K（加里塩）各反当要素量1.5貫，これらを各要素同量施肥区—NPK，各要素2倍量ずつ施肥—2（NPK），P及びK 1.5貫ずつ施肥，Nのみ2倍量施肥—(2N)PK，各要素を½量ずつ施肥—½（NPK），無P—NK，無N—PK，無K—NPの各区に分けて施肥。

区　　制　2区制

試験結果　第152表及び第153表に示した。肥料の影響を見るに9月5日播では2(NPK)区が被害少ないが，無P，無N区で被害が大であり，9月12日及び20日播区では無P，無N区

第152表　3要素肥料と播種期の関係に関する試験

播種期	肥料	調査株数	完全枯死株（%）	被害度	*S. graminearum* 発生株（%）
9月5日播	NPK	172	2.9	37.7	10.6
	2 (NPK)	190	2.6	29.6	6.3
	(2N) PK	146	4.1	35.0	6.3
	½ (NPK)	143	9.1	35.6	4.8
	N K	184	15.2	43.2	12.8
	P K	179	9.5	44.0	12.8
	P N	180	2.8	35.2	10.9
9月12日播	NPK	227	0.0	31.8	6.9
	2 (NPK)	226	0.9	31.1	2.2
	(2N) PK	225	0.0	28.4	3.5
	½ (NPK)	226	0.0	28.5	7.2
	N K	236	10.6	39.0	22.1
	P K	228	2.6	35.9	6.6
	P N	228	1.8	32.2	11.4
9月20日播	NPK	245	0.4	27.6	2.0
	2 (NPK)	248	2.8	29.8	12.3
	(2N) PK	231	3.0	30.9	16.3
	½ (NPK)	251	0.8	27.8	10.7
	N K	245	10.6	38.4	15.4
	P K	264	0.8	26.1	3.9
	P N	266	2.6	28.8	9.5

〔註〕被害度の平均値の統計的に有意な差は4.56（P＝0.05）

第 153 表　第 152 表の肥料と播種期の関係を被害度の統計的に有意な差で整理した表

試験区	播種期と被害の大小	試験区	播種期と被害の大小
NPK	5/IX>12/IX=20/IX	NK	5/IX= 12/IX =20/IX
2(NPK)	5/IX=12/IX=20/IX	PK	5/IX> 12/IX >20/IX
(2 N) PK	5/IX>12/IX=20/IX	PN	5/IX=12/IX=20/IX<5/IX
½ (NPK)	5/IX>12/IX=20/IX		

〔註〕 大小の記号は統計的に有意 (P=0.05) な場合のみを示し，大なる方は被害度大なることを示す。

で被害大である。9 月 20 日播区では無 P 区が特に被害大である。播種期と肥料の関係を見るに第 153 表に示されるごとく 2(NPK) 区では各播種期間に差を見ず，また無 P 区では播種期の如何にかかわらず被害が大である。その他では播種期が早いほど被害が大きくなつている。即ち早播区での被害の増大が多施肥で防がれる事実は興味がある。

試　験 (8) 1949～'50 年冬季

目　　的　前実験と同じ。

試験法

試験施行場所　女満別麦類試験地圃場

供試品種　「ドーソン 1 号」

播種期日　2 回に分ち播種

播 種 法　1 粒千鳥播

施　　肥　標準肥は前実験と同じ。ただし，標準肥の 2 倍―2 (NPK)，標準肥の 4 倍―4 (NPK)，N のみ 3 倍―PK 3 N，P のみ 3 倍―NK 3 P，K のみ 3 倍―NP 3 K の各区に分けて施肥。

区　　制　3 区制　スプリットプロット法 1 区 1 坪

第 154 表　3 要素肥料及び播種期と *S. graminearum* 被害の関係

肥料	被害度		肥料	被害度	
	9 月 5 日播種	9 月 20 日播種		9 月 5 日播種	9 月 20 日播種
無肥	35.69	60.30	PK 3 N	36.16	34.70
NPK	29.42	26.47	NK 3 P	22.45	29.42
2 (NPK)	26.13	35.28	PN 3 K	22.25	30.17
4 (NPK)	37.95	30.28			

〔註〕 肥料の差のみ有意 (P=0.05)

最小有意差　18.7 (P=0.05)

試験結果 結果は第154表に示した。統計的検討によれば，9月20日播の無肥料区が被害著しく大なる他は処理間に差は見られない。即ち前試験とは著しく異なる。この原因は現在不明である。本試験において3要素の不均衡，過量が統計的に有意な差を示さなかつたが，これは誤差の大なるためであり，なお今後誤差を小ならしめるごとく試験を行い詳細な検討を要する。

試験 (9) 1948～'49年冬季

目的 3要素肥料と *S. graminearum* 被害との関係を知る目的で行つた。

試験法

試験施行場所　女満別麦類試験地圃場

供試品種　「ドーソン1号」

播種期日　9月18日

播種法　普通条播

第155表　3要素と *S. graminearum* 被害の関係

肥料	調査株数	完全枯死株 (%)	被害度	*S. graminearum* 発生株比率(%)
無肥	391	13.6	39.0	29.4
N	326	26.4	50.5	63.8
P	325	1.5	31.6	23.3
K	365	21.1	45.8	43.9
PK	451	2.9	32.8	23.2
NK	408	12.2	39.6	48.3
PN	415	0.5	28.5	33.7
NPK	370	1.9	29.1	13.0

第156表　第155表の被害度のバリアンス分析表

変因	自由度	平方和	F値
全体	15	1436.525	
N	1	0.675	
P	1	698.275	9.879*
K	1	1.265	
N×P	1	39.705	
P×K	1	8.562	
K×N	1	84.185	1.191
N×P×K	1	67.823	
ブロック	1	41.281	
誤差	7	494.754	

第157表 第155表の *S. graminearum* 発生株比率のバリアンス分析表

変因	自由度	平方和	F値
全体	15	6102.864	
N	1	380.933	1.461
P	1	2123.597	8.143*
K	1	117.560	
N×P	1	372.586	1.428
P×K	1	99.650	
K×N	1	642.242	2.463
N×P×K	1	21.190	
ブロック	1	519.499	1.992
誤差	7	1825.567	

施　　肥　N＝硫酸アンモニア，P＝過燐酸石灰，K＝加里塩，各反当 1.5 貫

区制　2 区制

試験結果　第 155 表に被害状況を示し第 156 表及び第 157 表に各々被害度並びに *S. graminearum* 発生株比率のバリアンス分析表を示した。これらの諸表より明らかなように肥料の影響で顕著なものは P のみであつて，他の肥料の影響は認められない。各要素間の交互作用も統計的に無意義であつた。

試　験　(10)　1948～'49 年冬季

目　　的　燐酸用量と *S. graminearum* 被害の関係を知る目的で行つた。

試験法

試験施行場所　女満別麦類試験地圃場

供試品種　「ドーソン1号」

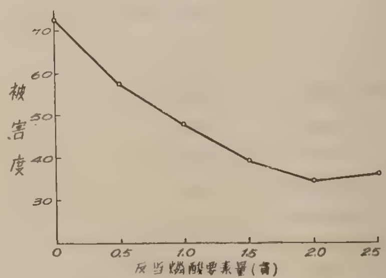
播種期日　9 月 18 日

播 種 法　普通条播

施　　肥　P（過燐酸石灰）以外の要素は次のようである。N（硫酸アンモニア）1.5 貫，K（加里塩）0.5 貫

区　　制　2 区制

試験結果　第 158 表及び第 54 図に示した。燐酸用量と *S. graminearum* の被害の間には



第54図　燐酸用量と *S. graminearum* 被害度の関係

第158表　燐酸用量と *S. graminearum* 被害の関係

燐酸用量(反当要素量)(貫)	調査株数	完全枯死株(%)	被害度	*S. graminearum* 発生株比率(%)
0.0	539	53.6	72.3	68.7
0.5	583	33.8	57.8	61.8
1.0	579	19.3	47.8	68.6
1.5	656	10.8	39.0	61.3
2.0	768	6.5	34.5	44.7
2.5	578	7.4	36.6	55.8

〔註〕 被害度の最小有意差　10.93 (P=0.05)

著しい相関々係が見られ，燐酸用量を増すにしたがつて要素量1.5貫までは被害が減少する。これに反して *S. graminearum* 発生株比率を見るに燐酸要素量によつてそれほど著しい影響は見られない。故に燐酸不足による被害の増大は，*S. graminearum* に対する小麦の抵抗性の減少によるものであり，*S. graminearum* の侵害を受けた後の菌の進展が速やかであると見るべきであろう。

(2)　播種期及び品種

試　験　(11)　1948～'49年冬季

目　　的　*S. graminearum* 被害と播種期の関係及びそれと品種の関係を調査することを目的とした。

試 験 法

試験施行場所　女満別麦類試験地圃場

供試品種　「赤銹不知1号」,「小麦農林8号」,「ドーソン1号」,「小麦農林62号」

播 種 期　8月30日，9月10日，20日，30日。ただし8月30日区は鳥害のために発芽不整で欠株多く試験から除外した。

耕 種 法　1粒千鳥播，その他標準耕種法

区　　制　2区制

試験結果　第159表に結果を示した。各品種を通じて，被害状況も *S. graminearum* 発生状況もともに播種期早い方が大である傾向を認める。この傾向は同年同一場所で行われた肥料と播種期試験（試験7）でも同様であつた。「小麦農林62号」が被害大であるほかは著しい品種間差を認めなかつた。播種期早い区で *Fusarium* の発生が多い傾向を認めた。

試　験　(12)　1949～'50年冬季

目　　的　前試験と同じ。

第159表 *S. graminearum* 被害と播種期及び品種の関係 (1948～'49)

品種	被害程度＼播種期日	9月10日播	9月20日播	9月30日播
赤銹不知1号	完全枯死株(%)	5.9	0.6	5.8
	大被害株(%)	19.4	15.1	7.5
	中被害株(%)	9.3	8.4	2.9
	小被害株(%)	65.3	75.9	83.5
	被害度	41.5	35.1	33.9
	S. 発生株(%)	7.8	6.1	10.6
	T. 発生株(%)	9.8	0.5	0.0
	F. 発生株(%)	20.2	3.6	0.4
ドーソン1号	完全枯死株(%)	6.7	13.6	12.7
	大被害株(%)	13.7	5.9	6.4
	中被害株(%)	14.7	4.9	2.3
	小被害株(%)	65.0	75.5	78.6
	被害度	40.5	39.4	38.3
	S. 発生株(%)	27.4	19.3	16.8
	T. 発生株(%)	6.6	0.5	0.0
	F. 発生株(%)	4.1	0.0	0.5
小麦農林8号	完全枯死株(%)	4.7	2.2	2.5
	大被害株(%)	20.0	4.9	4.6
	中被害株(%)	13.5	9.2	5.1
	小被害株(%)	61.8	83.7	87.9
	被害度	41.9	31.4	30.5
	S. 発生株(%)	10.4	2.2	6.9
	T. 発生株(%)	1.5	0.4	0.0
	F. 発生株(%)	8.8	0.0	2.0
小麦農林62号	完全枯死株(%)	15.7	40.8	27.7
	大被害株(%)	27.2	13.3	22.9
	中被害株(%)	15.7	9.7	5.4
	小被害株(%)	41.5	36.1	44.1
	被害度	54.3	64.7	58.6
	S. 発生株(%)	41.3	44.9	34.5
	T. 発生株(%)	1.9	0.0	0.0
	F. 発生株(%)	3.3	0.0	1.0

〔註〕 1) *S. T. F.* の記号は各々 *S. graminearum*, *Typhula*, *Fusarium* の発生株を示す。

2) 被害度についてのバリアンス分析によると，品種の差は有意義 (0.01), 播種期及び播種期×品種の交互作用は無意義。

3) 被害度の最小有意差 12.79 (P=0.05)

試験法

試験施行場所　女満別麦類試験地圃場

供試品種　「赤銹不知1号」,「小麦農林8号」,「ドーソン1号」,「小麦農林62号」

播種期　9月10日, 20日, 30日

耕種法　1粒千鳥播

第160表 *S. graminearum* 被害と播種期及び品種の関係 (1949～'50)

品種	被害程度＼播種期日	9月10日播	9月20日播	9月30日播
赤銹不知1号	調査株数	131	117	134
	完全枯死株(%)	2.3	2.4	11.9
	大被害株(%)	1.7	0.0	4.5
	中被害株(%)	1.7	0.5	4.4
	小被害株(%)	11.8	6.0	7.5
	健全株(%)	82.5	90.9	71.8
	被害度	3.9	5.1	19.3
小麦農林8号	調査株数	105	120	123
	完全枯死株(%)	2.3	0.6	15.9
	大被害株(%)	1.7	1.1	2.3
	中被害株(%)	5.5	0.0	1.5
	小被害株(%)	8.8	4.5	3.0
	健全株(%)	82.4	93.9	77.3
	被害度	7.1	2.7	19.1
ドーソン1号	調査株数	117	107	132
	完全枯死株(%)	16.2	3.8	27.0
	大被害株(%)	12.9	4.4	6.8
	中被害株(%)	11.5	3.6	6.0
	小被害株(%)	24.2	13.4	6.7
	健全株(%)	34.3	74.7	53.6
	被害度	40.0	19.0	36.7
小麦農林62号	調査株数	132	130	132
	完全枯死株(%)	9.5	10.6	69.8
	大被害株(%)	9.9	15.5	10.5
	中被害株(%)	21.3	12.5	2.3
	小被害株(%)	32.5	29.7	2.3
	健全株(%)	26.7	31.7	15.2
	被害度	34.1	32.1	79.3

〔註〕 品種の最小有意差 (P=0.05) 15.09

播種期の最小有意差 (P=0.05) 17.52

区　　制　2区制　スプリットプロット法1区0.5坪

試験結果　第160表に結果を示した。各品種を通じて明らかに播種期遅れると被害著しく増大する。「ドーソン1号」の場合には播種期中間のもの（9月20日播）で被害最も少ない。「小麦農林62号」，「ドーソン1号」に較べると「赤銹不知1号」，「小麦農林8号」は被害著しく少ない。「ドーソン1号」，「小麦農林62号」を比較すると9月10日播では被害ほとんど等しく，「ドーソン1号」は播種期遅れても被害が増大しないが，「小麦農林62号」は著しく増大する。即ち播種期遅い場合に「小麦農林62号」は「ドーソン1号」より被害が大である。これらの結果は第161表に示すように統計的に意義がある。

第161表　第160表の被害度のバリアンス分析表

変　　因	自由度	平方和	不偏推定量	F　値
ブロック	1	6.615	6.615	
品　　種	3	6385.004	2128.335	94.69**
誤　　差	3	67.435	22.478	
ブロック別品種	7	6459.054		
播　種　期	2	2512.424	1256.212	21.76**
品種×播種期	6	1490.376	248.396	4.30*
誤　　差	8	461.9	57.73	
全　　体	23	10923.754		

上記諸試験結果を要約すれば次のようである。

a）肥　料：*S. graminearum* による被害は肥料不足の場合に著しく増大する。3要素試験によれば，特にPの影響が著しくN，Kは統計的に意義ある影響は与えなかつた。これは女満別試験地の土壌では特に燐酸が不足しているためであつて，N，Kが本病と無関係であるとはいえない。この燐酸は反当要素量2.0貫までは増施するにつれて被害が減少する。3要素を標準の4倍量あたえてもあるいは各要素の均衡を破つて大量に与えても，本試験では統計的に意義ある差を見出し得なかつたが，資料を検討すれば，誤差が大であることが明らかなので誤差を小ならしめるように試験を設計して再検討することが必要である。

b）播種期：播種期試験及び肥料と播種期の相互作用に関する試験を通じて，1948～'49年及び1949～'50年の播種期と被害の関係が相反した。試験（7）で示されたように1948～'49年の

早播での被害増大の傾向は肥料多施で除かれるように思われる事実から考えれば，この年の早播の被害増大は *T. incarnata* の場合のように老葉の被害が圃場の被害を支配したように想像され，1949～'50 年の被害は若葉の被害が圃場を支配したように想像できる。このような年次差が何によるかは現在のところ不明である。しかし現在までに紋別重粘地試験地，北見支場などで行われた秋播麦類播種期試験の結果を見るに，遅播の被害が甚大であるのが普通で，また春季の成長から考えても実際の小麦栽培にあたつては適期播種が励行されなければならない。

c) 品 種：一般に「赤銹不知 1 号」,「小麦農林 8 号」が本病に著しく強く，「ドーソン 1 号」がこれにつぎ，「小麦農林 62 号」は最も弱い。「ドーソン 1 号」は播種期が遅れても比較的被害は増大しないが「小麦農林 62 号」は著しく増大する事実が観察された。1946 年春季に北見支場（北見市）及び十勝支場（帯広市）で観察した圃場における *S.graminearum* に対する品種の抵抗性の強弱を第 162 表に示した。これによれば強いものは「赤銹不知1 号」,「小麦農林 8 号」,「マーチン」,「カンレッド」で，弱いものは「ドーソン 1 号」,「赤皮赤 1 号」,「小麦農林 62 号」である。このうち特に「小麦農林 62 号」が弱いことはしばしば見られる事実であるが，次の観察は弱い品種の中でも特に「小麦農林 62 号」が *S. graminearum* に弱いことを示していると思

第 162 表 1946 年春季における北見，十勝両支場で観察した *S. graminearum* 被害と品種の関係

品種	系統 母 父	S. g に対する強弱 北見支場観察	S. g に対する強弱 十勝支場観察
赤銹不知 1 号	トルキーレッドⅡ×マーチンスアンバー	強	強
小麦農林 8 号	トルキーレッドⅡ×白肌 2 号	強	強
マーチン 8 号	マーチンスアンバー（純系淘汰）	強	一
ドーソン 1 号	ドーソンスゴールデンチャフ（純系淘汰）	強～弱	弱
赤皮赤 1 号	赤皮赤（純系淘汰）	弱	一
小麦農林 62 号	北陸 2 号×北海 70 号	弱	弱
小麦農林 24 号	本育 49 号×鴻巣 26 号	一	中
カンレッド		一	強

第 163 表 1946 年春季における北海道農業試験場本場で観察した *S. graminearum* 被害と品種の関係

品種	観測総株数	*S. graminearum* 発生株比率(%)	品種	観測総株数	*S. graminearum* 発生株比率(%)
小麦農林62号	487	8.82	小麦農林 8 号	176	0
赤皮赤 1 号	130	0	赤銹不知 1 号	378	0.4
ドーソン 1 号	109	0			

〔註〕 *S. graminearum* 発生株はそのために大きな損害を受けてはいず，ただ 1 葉あるいは 2 葉に菌核を附着しているにとどまる。他の葉にはすべて *Typhula* が発生していた。

われる。即ち本来 *S. graminearum* のほとんど発生しない本場の圃場でも「小麦農林 62 号」に *S. graminearum* が発生することがある。そのような場合にも近接した他品種にはほとんど発生していない。1 例を第 163 表に示した。以上述べたように *S. graminearum* に対する品種の強弱は *Typhula* に対する場合とは異なることは麦類雪腐病の防除の上から注目すべきことであろう。

第 3 節　薬剤による雪腐病防除に關する試験

前諸章に述べたところから，麦類の雪腐病が病原菌による腐敗であつて環境要因はその誘因にすぎぬことが明らかとなつた。したがつて病原菌の殺滅が最も効果的で直接的な防除法であることは論をまたない。病原菌を有効適確に殺滅するには各病原菌の生活史を知らねばならぬ。本節に述べる諸試験は第 5 章で述べた病原菌の生活史に基づき有効適切な薬剤撒布法を見出すために行つたものである。

古くから小粒菌核病や紅色雪腐病に対する薬剤撒布試験が行われた。例えば卜蔵 (1926)，村田 (1927)，福地・鈴木 (1931)，卜蔵 (1935)，田中 (1940, 1941)，松尾 (1944)，栗林・市川 (1944) などがある。これらはすべてボルドウ液の撒布であつた。これに対し BENNETT (1935) は紅色雪腐病防除には malachite green をボルドウ液に $1/_{10,000}$ の割合に加えたものがきわめて有効であるとし，DAHL (1934) は昇汞 1～2 オンスを砂に混ぜて 1,000 平方フィートに対して撒布すると紅色雪腐病防除に効果があるとした。また松尾 (1944) はその試験でウスプルンなどを用いたが著しい効果を認めず奨励するに至らなかつた。筆者は 1945 年小麦の雪害の原因が病原菌によるものかどうかを再確認する目的をもつてセレサン粉剤による麦の消毒を試み，完全な防除効果を認め，その実用化のために試験を重ねた。筆者とは別に福島県立農事試験場でもセレサン 0.5 %粉剤の撒布試験を行つた (中川・関根，1948)。これらの試験はその後全国的にとりあげられ (堀，1949)，その結果，有機水銀剤の種類，濃度，撒布法，混合増量剤，撒布時期について多くの知識が得られた (栗林，1948；中川・関根，1949；富山，1949, 1950 a, 1950 b, 1950 c；栗林・市川，1951；中川・関根，1951)。

紅色雪腐病の防除に種子消毒が有効であるということについては HILTNER (1907), SCHAFFNIT (1919, 1926), LINDFORS (1924, 1925), RIEHM (1925), STARZ (1929), PLAUT (1928), PICHLER (1933) など多数の研究があるが，わが国では栗林 (1937) によつて始めてその可能性が論ぜられたのにとどまり，上記のセレサンの全国的な試験が行われた頃に始めて圃場試験が行われた

に過ぎない。

褐色雪腐病に対しては岩山（1936）は根雪前までに2回のボルドウ液撒布で効力を現わし得るが，降雨のいかんにより左右され効力のない場合もあるとし，平根（1950）も同様 *Pythium* に薬剤の効果少ないことを認め，栗林・市川（1951）はこれに対しセレサンの効果なく，ボルドウ液がやや有効であるとした。

第1項　小粒菌核病の薬剤防除試験

第5章に述べたところにより，*Typhula* 属菌の小麦侵害径路として次の3場合が考えられる。

(1) 土壌表面または浅く土中にある菌核，あるいは発芽後雪の下に埋められた茸の残骸から葉に移行する。

(2) 老葉の晩秋すでに著しく衰弱したものに附着した胞子が雪下で老葉に病斑をつくる。それを足場にして若葉を侵害する。

(3) 地表面にある麦以外の衰弱した生葉が中間寄主的役割を果す。

これらの何れの場合も菌は根雪が地表面を覆つた後に始めて麦を侵す。しかもその最初に侵入する葉はほとんど老葉に限られる。したがつてただ1回だけの薬剤撒布で防除効果を期待できる。薬剤撒布がただ1回で良いということは農家が実際に防除を行う場合非常に有利な点である。即ち本試験は，薬剤撒布が1回で良いかどうかということ，その時期，薬剤の種類，濃度，方法を確かめることを目的とした。

試　験（13）1945～'46年冬季

目　　的　本試験は小麦の雪腐病が病原菌だけによるものであるかどうかを確かめるのを目的とした。そのために種子粉衣剤セレサンを大量に葉上及び土壌面に撒布して腐敗するかどうかを確かめた。

試 験 法

試験施行場所　北海道農業試験場圃場

供試品種　「ドーソン1号」

栽 培 法　標準耕種法，但し1粒千鳥播，9月11日播種

薬剤撒布要領　3斗式ボルドウ液（リノー加用），10月下旬及び11月初旬2回撒布，セレサン粉剤，市販セレサンをそのまま反当26 kgの割で手で麦葉の下の地面に撒布，その際葉上にもセレサンが附着した。消石灰もセレサンと同様に撒布。

第164表 小粒菌核病薬剤防除試験成績 (1945～'46年冬季)

試験区	調査株数	完全枯死株 (%)	大被害株 (%)	中被害株 (%)	小被害株 (%)	被害度	平均
標準区	175	7.4	36.6	25.8	30.3	55.3	59.6
同	148	12.8	41.9	26.4	18.9	62.2	
同	142	17.6	38.0	24.7	19.7	63.3	
同	147	10.9	35.4	27.2	26.5	57.6	
セレサン撒布区	164	0.0	0.0	0.0	100.0	25.0	25.2
同	150	0.0	0.0	1.3	98.7	25.3	
ボルドウ液撒布区	162	0.6	11.1	30.3	58.0	38.6	38.9
同	167	0.0	9.6	37.7	52.7	39.2	
ボルドウ液撒布及び地表面消石灰撒布	171	1.2	9.4	28.7	60.8	27.8	30.0
同	190	0.0	3.2	22.6	74.2	32.2	
ボルドウ液撒布及び地表面セレサン撒布	171	0.0	0.0	0.0	100.0	25.0	25.0
同	135	0.0	0.0	0.0	100.0	25.0	

根雪の期間 12月12日より4月16日

試験結果 結果は第164表に示した。セレサンを撒布した区はすべてほとんど全く被害を見なかつた。地表面撒布区は葉にも薬がかかつたので，地表面だけの消毒と見ることはできない。ボルドウ液撒布区も標準区より被害の軽減を見た。

試験 (15) 1946～'47年冬季期間

目的 前試験でセレサンが有効であることを知つたが，次に問題となるのはその濃度である。本試験の目的は適当な濃度を見出すことである。

試験法

第165表 小粒菌核病薬剤防除試験成績 (1946～'47年冬季)

試験区	調査株数	完全枯死株 (%)	被害度	平均
標準区	281	14	74.5	71.7
同	300	4	69.0	
3斗式ボルドウ液	246	20	67.5	65.1
同	247	7	62.6	
セレサン 0.3%消石灰に混合	289	14	74.9	76.4
同	257	18	77.8	
セレサン 0.3%滑石に混合	286	0	57.9	67.0
同	258	22	76.1	
セレサン 1.0%滑石に混合	239	5	78.3	73.5
同	292	12	68.6	

試験施行場所　北海道農業試験場圃場

供試品種　「ドーソン1号」

栽培法　標準耕種法，1粒千鳥播，9月17日播種，1区5坪

薬剤撒布要領　3斗式ボルドウ液（リノー加用），11月11日撒布。セレサン粉剤は消石灰または滑石に混じて反当26 kgを11月12日小型撒粉器で撒布。

根雪期間　12月3日より4月13日

試験結果　前頁第165表に結果を示した。1％のセレサン粉剤を反当26 kg撒布する程度では効果がないことを知つた。

試験 (15) 1947～'48年冬季

目的　ボルドウ液の撒布回数及び時期，セレサン粉剤の濃度及び撒布時期を確かめるためにこの試験を行つた。しかし予想外に根雪が早く，そのため試験計画の一部だけより実施できなかつたが，なお参考に供しうる点が多いと思われる。

試験法

試験施行場所　北海道農業試験場圃場

供試品種　「ドーソン1号」

栽培法　反当施肥量堆肥300貫，魚粕4貫，硫酸アンモニア2.5貫，過燐酸石灰6貫，塩化加里1貫，1粒千鳥播，9月11日播種，1区5坪

薬剤撒布要領　ボルドウ液は3斗式としリノー加用，次のとおり撒布した。

ボルドウ液4回撒布，10月12日，同20日，同30日，11月13日

ボルドウ液3回撒布，10月12日，同20日，同30日

ボルドウ液2回撒布，10月30日，11月13日

ボルドウ液1回撒布，11月13日

セレサン粉剤，消石灰に混合し反当26 kgの割に11月26日根雪を除去して撒布。撒布法は手により麦条上に撒布し後やや固い紙片で葉片をゆすり，葉上にたまつた薬を飛散させた。

根雪期間　11月15日より4月7日

試験結果　第166表に示されるようにボルドウ液は4回撒布でやや被害を少なくしたようであるが，子実収量は良くたらなかつた。これに反してセレサンは3％の場合でもなお相当な効果をあげ，それ以上ではきわめて顕著に有効な効果をあげ，子実収量も著しく増加する。この

場合健全株をすべて小被害に入れているので被害度は比較的高く出ているが，実際はほとんど被害皆無と見ることができる。またこの試験からセレサン粉剤はただ 1 回の撒布だけで充分効果をあげ得ることを知り得た。

第 166 表　小粒菌核病薬剤防除試験成績（1947～'48 年冬季）

試験区	試験区制	調査株数	完全枯死株（%）	大被害株（%）	中被害株（%）	小被害株（%）	被害度	反当子実収量（石）
標準区	6	1,513	33.0	59.4	6.4	1.2	78.9	1.145
ボルドウ液 4 回	5	1,234	8.5	53.2	27.4	10.9	59.8	1.031
ボルドウ液 3 回	3	757	21.3	62.7	13.3	2.7	72.2	1.231
ボルドウ液 2 回	3	726	12.1	55.0	25.8	7.2	63.4	1.032
ボルドウ液 1 回	3	758	26.1	60.9	9.2	3.8	74.1	1.016
セレサン 30 %	2	500	0.0	0.0	0.4	99.6	14.4	1.571
セレサン 10 %	2	468	0.2	0.0	2.5	97.2	15.2	1.390
セレサン 5 %	2	519	0.0	1.8	15.9	82.3	19.9	1.595
セレサン 3 %	2	487	0.9	15.7	24.8	58.6	31.1	1.569

試験（16） 1948～'49 年冬季

目　的　薬剤の種類，濃度，増量剤の種類，撒布時期を知る目的で行つた。

試験法

試験施行場所　北海道農業試験場圃場

供試品種　「ドーソン 1 号」

栽培法　堆肥 300 貫，過燐酸石灰 5 貫，硫酸加里 1 貫，魚粕 3 貫，硫酸アンモニア 3 貫，9 月 18 日，1 粒千鳥播，1 区 5 坪

薬剤撒布要領　セレサン，硫黄粉末，硫酸銅を各所定の濃度に消石灰，ベントナイト，硅藻土，または草木灰に混じ反当 26 kg の割に手で撒布，また一部は手動撒粉器を用いて撒布した。撒粉器による撒布の場合は 1 区面積 5 坪のために薬量少なく，撒粉器のすきまに入り込んで実際の撒布量は少なかつた。撒布日の天候は次のようである。

11 月 10 日　雪積り葉のみ雪上に露出

11 月 19 日　曇天微風，雪なし。

22 日　快晴微風，雪なし。

12 月　2 日　積雪あり。

根雪期間　12 月 5 日より 4 月 13 日

試験結果　第 167 表に結果を示した。セレサン撒布区はすべて標準区に較べて被害が減少し

た。しかし硫黄華及び硫酸銅区は全く効果を見なかつた。セレサンの濃度について見れば10％区最も勝り，5％これにつぎ，3％区は著しく劣つた。反当1.3 kg区は反当の水銀量は5％区と同じであるがその効果は5％区に劣る。これは機械播で少量の薬剤を撒いたために機械のすきまに入つて全量をまけなかつたことによるものであろう。撒布時期について見れば，統計的に意義のある差は見られなかつた。増量剤ではベントナイト，消石灰，硅藻土，草木灰間に統計的に意義ある差を認めなかつた。

第167表　小粒菌核病薬剤防除試験成績（1948〜'49年冬季）

試験区	調査株数	完全枯死株（％）	被害度	反当子実収量（石）	千粒重（g）
標準無撒布	549	58.6	88.9	0.716	35.7
硫黄華5％消石灰11月19日	538	62.2	89.7	0.453	34.7
硫酸銅5％消石灰11月19日	585	60.2	89.0	0.524	41.9
セレサン10％消石灰11月10日	590	6.8	46.1	1.559	37.3
セレサン10％消石灰11月19日	593	7.7	49.3	1.399	39.1
セレサン5％消石灰11月10日	491	27.4	70.6	1.046	41.3
セレサン5％消石灰11月19日	556	15.9	61.3	1.051	35.2
セレサン5％消石灰12月2日	542	23.0	64.8	0.994	37.2
セレサン5％ベントナイト11月19日	573	12.1	58.8	1.501	34.6
セレサン5％硅藻土11月19日	528	20.3	67.9	1.300	34.8
セレサン5％草木灰11月19日	540	25.7	71.9	1.122	34.7
セレサン3％消石灰11月21日	505	30.1	74.2	1.197	35.2
セレサン1.3 kg（反当）消石灰3.8 kg機械撒き11月19日	597	33.4	73.9	1.371	36.9
セレサン1.3 kg（反当）機械撒き11月19日	587	29.6	72.1	1.189	37.1

〔註〕被害度の最小有意差　18.05（P＝0.05）

試験（17）1949〜'50年冬季

目　　的　セレサンの適当な濃度（反当撒布量）を見出すこと及び撒粉ボルドウの防除効果を調べることを目的とした。

試験法

試験施行場所　北海道農業試験場圃場

供試品種　「ドーソン1号」

栽培法　いわゆる地ならし栽培のため小麦を播いた（条播）圃場で試験を行つた。

薬剤撒布要領　ミゼットダスターを用いて撒布したが，撒布誤差を均一ならしめるため各薬剤に各々消石灰を加え全量を3.75 kg（1貫）とした。ただし撒粉ボルドウは量が多いのでそのまま撒布した。ダスターに同一薬剤を入れ，充分ハンドルを廻して薬を追い出

した後，正確に秤量した同一薬剤を入れて撒布した。このようにすることにより，機械の間隙に入る薬による誤差を除けると考えた。

撒布期日　11 月 22 日

試験結果　一般に被害少なく葉の被害にとどまつた。そのため被害表示が困難だつた。第 168 表に示すごとくセレサン単独撒布区は顕著な効果を示した。その他は全く効果を認めなかつた。

第 168 表　小粒菌核病薬剤試験成績　(1949～'50 年冬季)

試験区（反当撒布量）	Ⅰ区		Ⅱ区		被害度平均
	調査株数	被害度	調査株数	被害度	
標準区	119	21.4	144	28.5	24.9
セレサン 0.56 kg 消石灰 3.19 kg 混合粉	119	47.0	114	25.4	36.2
セレサン 0.75 kg 消石灰 3.00 kg 混合粉	182	27.4	130	5.9	16.7
セレサン 0.94 kg 消石灰 2.81 kg 混合粉	116	14.0	144	19.0	16.5
セレサン 1.13 kg 消石灰 2.62 kg 混合粉	106	25.2	126	17.4	21.3
セレサン 1.3 kg 消石灰 2.45 kg 混合粉	123	12.2	150	15.5	13.8
セレサン 1.3 kg 単独	131	1.1	116	8.2	4.7
撒粉ボルドウ 1.88 kg	192	10.4	112	12.1	11.3
撒粉ボルドウ 3.00 kg	152	14.3	—	—	14.3
撒粉ボルドウ 3.75 kg	108	15.7	130	11.0	13.4
撒粉ボルドウ 7.5 kg	104	19.2	—	—	19.2

試験 (18)　1950～'51 年冬季

目的　セレサンおよびネオメルクロン粉衣用粉剤の反当撒布量と防除効果の関係を確かめるためにこの試験を行つた。

試験法

試験施行場所　北海道農業試験場圃場

供試品種　「ドーソン1号」

栽培法　標準耕種法，条播，前試験と同じ。

薬剤撒布要領　前試験と同じ，11 月 20 日撒布

試験結果　圃場の不均一性により第Ⅱ区は水溜りその他によ

第 169 表　小粒菌核病薬剤防除試験成績　(1950～'51 年冬季)

試験区別	被害度
セレサン 0.75 kg 消石灰 3.00 kg 混合粉	66.7
セレサン 1.3 kg 消石灰 2.45 kg 混合粉	62.3
セレサン 1.5 kg 消石灰 2.25 kg 混合粉	68.3
粉衣用ネオメルクロン 0.75 kg 消石灰 3.00 kg 混合粉	54.3
粉衣用ネオメルクロン 1.3 kg 消石灰 2.45 kg 混合粉	55.7
粉衣用ネオメルクロン 1.5 kg 消石灰 2.25 kg 混合粉	62.7
標準無撒布	76.0

りきわめて不均一な値を得たので第I区のみを第169表に示した。薬剤撒布区は標準区に較べ被害が少なかつたが各薬量の間に差を認め得なかつた。この試験と同一場所で北興化学工業株式会社試製品の試験を行つたが，著しい防除効果を示した。即ちその試験結果を参考にすれば，セレサン及び粉衣用ネオメルクロンダストは1.5 kgではいまだ最良の効果をあげる濃度に遠いことを示している。これらの試験は1区制であるから，この試験結果にのみ頼ることはできないが，他の試験と併せ考えることによつて参考に供し得る。

試　験　(19)　1950～'51年冬季

目　　的　セレサンの反当使用量とその防除効果の関係を知るために行つた。

試験法

試験施行場所　札幌市上白石12条3丁目坂東氏圃場

供試品種　品種不詳

栽培法　条　播

薬剤撒布要領　ミゼットダスターにより11月21日撒布

区　　制　3区制

試験結果　圃場が不均斉であつたために第170表に示すように，得られた数字は不均一である。しかし実際の観察では矩形の試験区に沿つて判然と差が現われたので一つの結論を導くことができた。即ちセレサン反当1.88 kg以上でほとんど被害を見ず，それ以下ではその反当撒布量の低下に伴なつて被害が増大した。撒粉用ネオメルクロン撒布区も標準区より被害が軽減した。

第170表　小粒菌核病薬剤防除試験成績　(1950～'51年冬季)

試験区	被害度 I区	被害度 II区	被害度 III区	平均被害率
セレサン 0.75 kg 消石灰 2.25 kg 混合粉	46.7	44.2	—	45.4
セレサン 1.3 kg 消石灰 1.7 kg 混合粉	58.3	26.3	27.9	37.5
セレサン 1.5 kg 消石灰 1.5 kg 混合粉	76.7	75.8	34.6	62.4
セレサン 1.88 kg 消石灰 1.12 kg 混合粉	30.4	27.9	37.5	31.9
セレサン 2.6 kg 消石灰 0.4 kg 混合粉	—	23.3	18.3	20.8
撒粉用ネオメルクロン 3.0 kg	—	51.3	35.9	43.6
標準無撒布区	71.3	72.5	80.4	74.7

試　験　(20)　1947～'48年冬季

目　　的　この試験は大粒菌核病の防除試験を目的として，ボルドウ液及びセレサンの撒粉

時期を明らかにするために行つた。しかし予想外に早く根雪となり，また大粒菌核病は発生せず小粒菌核病のみが発生した。そのため試験の本来の目的は果せなかつたが，小粒菌核病の防除試験として参考に供し得る。

試験法

試験施行場所　北海道農業試験場北見支場圃場

供試品種　「小麦農林 8 号」

栽培法　標準耕種法，普通条播，9 月 13 日播種。

薬剤撒布の要領　3 斗式ボルドウ液（リノー加用），その他は試験 (15) に準ずる。

区　　制　標準 11 区，その他は 3 区制

根雪期間　11 月 15 日より 4 月 8 日

試験結果　第 171 表に示したように雪腐病被害軽微で，充分な差を認めるに至らなかつたが，10 月 10日撒布より 10 月 10，30 日 2 回撒布及び 10 月 30 日撒布が被害軽微な傾向を認めた。

第 171 表　小粒菌核病薬剤防除試験成績（北見市 1947～'48 年冬季）

試験区	調査株数	完全枯死株 (%)	被害度
標準区	1,645	4.2	30.7
3 斗式ボルドウ 10 月 10 日，30 日	509	3.1	26.8
セレサン 10 % 消石灰 10 月 10 日，30 日	515	3.6	26.3
セレサン 10 % 消石灰 10 月 10 日	453	4.4	30.6
セレサン 10 % 消石灰 10 月 30 日	449	5.3	25.4
セレサン 5 % 消石灰 10 月 10 日，30 日	308	2.6	24.7
セレサン 5 % 消石灰 10 月 10 日	226	3.6	27.6
セレサン 1 % 消石灰 10 月 10 日，30 日	460	5.56	29.8
セレサン 1 % 消石灰 10 月 10 日	434	8.56	32.3

試験 (21) 1948～'49 年冬季

目　的　大粒菌核病に対する薬剤の防除効果と撒布時期の関係を知る目的で行つたが，前年同様暖冬のため小粒菌核病の被害が 90 %を占め，小粒菌核病に対する薬剤防除試験となつた。

試験法

試験施行場所　北海道農業試験場北見支場圃場

供試品種　「小麦農林 62 号」

薬剤撒布法　試験 (16) に準ずる。ただしボルドウ撒布量反当 8 斗。撒布期日は第 172 表。

区　　制　2区制

根雪期間　12月4日より4月27日

試験結果　第173表に示すように，セレサン5%，反当7貫10日毎撒布区，セレサン10%1回撒布区，6斗式ボルドウ液10日毎撒布，7日毎撒布，5日毎撒布及び3斗式中間期7日毎撒布区，10日毎，7日毎，5日毎撒布区で顕著な効果を示した。セレサン撒布区より一般にボルドウ液撒布区の方が優れているが，これは琴似町の本場圃場の成績と異なる。これらはその使用量によつて判断すべきものであろう。

第172表　試験（21）（第173表）における薬剤撒布期日

各薬剤5日毎	10月10日，15日，20日，25日，30日，11月5日，10日，15日，20日，25日，30日
各薬剤10日毎	10月15日，25日，11月5日，15日，25日
各薬剤7日毎	10月10日，17日，24日，31日，11月7日，14日，21日，28日
各薬剤中間期7日毎	10月24日，31日，11月7日，14日，21日
セレサン5%1回	11月20日
セレサン10%1回	11月20日
セレサン3%1回	11月20日

第173表　小粒菌核病薬剤防除試験成績　（1948～'49年冬季）

試験区（被害程度順）	調査株数	生存歩合	試験区（被害程度順）	調査株数	生存歩合
標準無撒布区	1,031	10.1	6斗式ボルドウ7日毎	1,029	80.6
6斗式ボルドウ中間期7日毎	803	22.9	6斗式ボルドウ5日毎	1,122	82.4
セレサン5%1回	1,017	29.8	3斗式ボルドウ中間期7日毎	1,030	90.8
セレサン3%1回	1,131	32.9	3斗式ボルドウ7日毎	1,100	92.7
セレサン5%10日毎	842	41.7	3斗式ボルドウ10日毎	1,129	95.1
セレサン10%1回	1,188	71.2	3斗式ボルドウ5日毎	1,031	95.2
6斗式ボルドウ10日毎	921	80.5			

〔註〕処理の最小有意差　24.07（P＝0.05）

上述諸実験から次のような結論を得る。即ち薬剤撒布はその量が充分であればただ1回でよい。薬剤としてはセレサンその他の有機水銀粉剤，ボルドウ液，撒粉ボルドウはともに一定以上の濃度であれば顕著な効果を期待し得る。有機水銀粉剤と銅剤を比較するに，水銀剤は比較的少量で安定な効果を示すが銅剤は非常に大量を要し，かつ不安定なように考えられる。これは水銀剤の吸着し易い性質，及び銅剤の流れ易い性質に基くのではないかと思われる。労力の多少，効果の安定性，価格などの点より，雪腐病防除薬剤としては水銀剤が卓越しているよう

に考えられる。ただし本州諸県では紅色雪腐病に水銀剤，小粒菌核病，褐色雪腐病にはボルドウ液が優れた効果を示すという。

粉剤と液剤については晩秋の凍結し易い時期に液剤を扱うことが困難であること，及び主として丘陵地にある麦作地帯で液剤を運搬することが非常に労力を要することから，粉剤の優越性は疑う余地がない。有機水銀剤の反当用量としてはセレサン（粉衣用）は反当 1.5 kg，撒粉ルベロン，ネオメルクロンダストの場合は 3 kg が妥当と思われる。薬害はセレサンを反当 7.8kg 与えた場合にやや葉の褪色を認め，また北興化学工業株式会社附属試験農場で粉用ルベロン（旧製品）反当 9 kg 撒布の場合にやや薬害を認めたが，何れも実害を伴なうほどのものではなく，それ以下の濃度では薬害を認めないから，通常の濃度では薬害のおそれはない。混合増量剤としては消石灰，ベントナイト，硅藻土，草木灰ともに統計的に意義あるほどの差は与えなかつた。したがつて何れも使用して差支えないが，撒粉機を使用すれば必ずしも増量剤を用いずしても 1.5 kg 量を 1 反に撒布することは可能である。したがつて撒布に都合のよい適当量を加えて撒布すればよい。撒布時期としては根雪直前が最も良好であることは容易に考えられるが，試験結果によれば，11 月初旬撒布でもそれほどに薬効は低下しない。したがつて札幌附近を標準とすれば根雪開始時期を考慮して 11 月 15 日以前に撒布を完了するべきであろう。

第 2 項　大粒菌核病の薬剤防除試験

第 4 章に述べたところにより *S. gramincarum* の伝染径路として空中伝染と接触伝染（葉と葉の接触）が考えられる。*Typhula* の場合と異なる点は土壌伝染が行われない点である。したがつて薬剤撒布は主として葉の保護を目的として行われるべきであろう。この推定に基いて次の諸試験を行つた。

試　験（22） 1947～'48 年冬季

目　　的　薬剤の撒布時期と効果の関係を確かめるためにこの試験を行つた。

試 験 法

試験施行場所　女満別麦類試験地圃場

供試品種　「小麦農林 62 号」

栽 培 法　標準耕種法，1 粒千鳥播，9 月 15 日播

薬剤撒布要領　3 斗式ボルドウ液（リノー加用），根雪が異常に早く 11 月 15 日に始まり，ためにセレサン粉剤の撒布は行えず，またボルドウ液撒布も全計画を遂行できなかつた。

区制　2 区制

試験結果 第174表に示すように3斗式ボルドウ液撒布区はやや効果を認め得るようであるが，6斗式ボルドウ液のそれでは効果は認められない。3斗式ボルドウ液区では回数，時期ともにその差を認められなかつた。

第174表 大粒菌核病薬剤防除試験成績 (1947～'48年冬季)

試験区	調査株数	完全枯死株(%)	被害度	平均
標準無撒布区	330 310	56.6 46.5	76.3 71.4	73.9
3斗式ボルドウ10月10日，20日，30日，11月10日	328 312	22.0 31.4	55.7 64.5	60.1
3斗式ボルドウ10月10日，20日，30日	301 344	21.3 35.5	58.8 66.7	62.7
3斗式ボルドウ10月30日，11月10日	324 318	27.5 24.8	63.9 57.1	60.5
3斗式ボルドウ11月10日	319 335	43.6 28.6	71.7 58.5	65.1
6斗式ボルドウ10月10日，20日，30日，11月10日	318 314	44.7 42.4	71.7 68.2	69.9

試験 (23) 1948～'49年冬季

目的 ボルドウ液，セレサン，石灰硫黄合剤の薬剤効果及び撒布時期を知ることを目的とする。

試験法

試験施行場所 女満別麦類試験地圃場

供試品種 「小麦農林62号」

栽培法 標準耕種法，1粒千鳥播，9月15日播

薬剤撒布要領 3斗式ボルドウ液（リノー加用）及びセレサンは試験(15)の場合と同様の方法により手で撒布。石灰硫黄合剤は市販のものをボーメ0.5度にうすめて撒布した。

薬剤撒布期日は第175表のようである。

区制 2区制

試験結果 第176表に示されるように，被害度で標準より被害軽微と認められるのはセレサン30%11月20日撒布及びセレサン5%5日毎撒布区とボルドウ10日毎撒布区であつた。大粒菌核発生株比率について見ればセレサン5%10日毎撒布区，30%11月10日撒布区も効果が認められた。この試験から大粒菌核病の場合も，根雪前ただ1回の撒布で相当に効果をあげ得ることを知る。

第 175 表 試験 (23) における薬剤撒布期日（○は撒布を示す）

試験区別	10月14日	19日	24日	29日	11月3日	8日	10日	13日	18日	20日	23日	28日
ボルドウ5日毎	○	○	○	○	○	○		○	○		○	○
ボルドウ10日毎	○		○		○			○			○	
セレサン5％5日毎	○	○	○	○	○	○		○	○		○	○
セレサン5％10日毎	○		○		○			○			○	
石灰硫黄合剤10日毎	○		○		○			○			○	
ボルドウ中間期5日毎				○	○	○		○	○			
セレサン30％11月10日							○					
セレサン30％11月20日										○		

第 176 表 大粒菌核病薬剤防除試験成績（1948～'49 年冬季）

試験区（大粒菌核病菌発生株比率順）	調査株数	完全枯死株（％）	被害度	大粒菌核発生株（％）
石灰硫黄合剤10日毎	417	9.6	41.7	52.7
ボルドウ中間期5日毎	436	6.9	37.2	47.1
標準無撒布区	436	2.5	32.5	42.8
ボルドウ5日毎	408	1.5	29.4	31.0
セレサン30％11月10日	407	4.5	32.1	30.1
セレサン5％10日毎	417	7.8	34.4	29.5
セレサン30％11月20日	398	1.5	27.3	17.8
ボルドウ10日毎	489	0.2	26.3	17.7
セレサン5％5日毎	496	0.9	26.5	11.2

〔註〕 被害度の最小有意差 4.7 (P＝0.05)

第 177 表 第 176 表の被害度のバリアンス分析表

変因	自由度	平方和	バリアンス	F 値
全体	17	471.35		
処理	8	438.00	54.75	13.16**
ブロック	1	0.07	0.07	
誤差	8	33.28	4.16	

試験 (24) 1949～'50 年冬季

目的 前試験でセレサンと並んでボルドウ液も効果を認められるので，粉剤としてのボルドウも効果があるかどうかを確かめることを目的とした。あわせてセレサンの効果について試験した。

試験法

試験施行場所　女満別麦類試験地圃場

供試品種　「小麦類農林 62 号」

栽培法　1粒千鳥播，標準耕種法

薬剤撒布要領　撒粉機により撒布，セレサン反当350匁を消石灰1貫匁に混じて撒布，その他はそのまま撒布した。

試験区　1区2.5坪，3区制

試験結果　統計的に意義のある薬剤効果は第178表，第179表に示されるように反当セレサン 7.5 kg 区のみであつた。

第178表　大粒菌核病薬剤防除試験成績（1949～'50年冬季）

試験区別	調査株数	完全枯死株 (%)	被害度
セレサン反当 1.3 kg 11月15日1回	521	21.9	51.2
セレサン反当 7.5 kg 11月15日1回	506	7.2	26.8
撒粉ボルドウ反当 1.88 kg 11月1日より5日毎	334	23.2	52.4
撒粉ボルドウ反当 1.88 kg 10月20日より5日毎	499	19.6	50.7
撒粉ボルドウ反当 1.88 kg 10月20日より10日毎	521	14.0	48.5
撒粉ボルドウ反当 7.5 kg 11月15日1回	504	17.6	49.1
標準無撒布	496	29.6	57.7

〔註〕被害度の最小有意差　12.35 (P=0.05)

第179表　第178表の被害度のバリアンス分析表

変因	自由度	平方和	バリアンス	F値
全体	20	2375.39		
処理	6	1743.883	290.647	6.03**
ブロック	2	53.264	26.632	
誤差	12	578.243	48.187	

試験 (25) 1950～'51年冬季

目的　セレサン及びネオメルクロンの撒布量及び撒布時期と *S. graminearum* 被害の関係を知ることを目的とした。

試験法

試験施行場所　女満別麦類試験地圃場

供試品種　「小麦農林 62 号」

栽培法　1粒千鳥播

薬剤撒布法 ミゼットダスターによる。撒布時期は第 180 表に示すごとく 6 回に分けて行つたが薬剤撒布量の比較を目的とした試験区はすべて 11 月 15 日に撒布した。

区 制 3区制

試験結果 *S. graminearum* の被害きわめて少なかつた。そのため，*S. graminearum* 発生株比率を調査し，その値を被害率として第 180 表に示した。*S. graminearum* の発生少ないために結果は不均一であり，本試験結果の信頼度は低いが平均値の順位を比較すると，他の試験で得られた結果とほぼ一致するのは興味深い。

第 180 表 大粒菌核病薬剤防除試験成績 (1950〜'51 年冬季)

試験区	I 調査株数	I 被害率	II 調査株数	II 被害率	III 調査株数	III 被害率	被害率平均
標準無撒布区	198	0.00	191	6.81	206	14.56	7.21
セレサン 0.75 kg 消石灰 2.25 kg 混合粉 11 月 15 日撒布	188	0.53	221	9.05	187	1.60	3.71
セレサン 1.3 kg 消石灰 1.7 kg 混合粉 11 月 6 日撒布	183	3.28	193	2.59	182	2.75	2.87
セレサン 1.3 kg 消石灰 1.7 kg 混合粉 11 月 10 日撒布	194	1.55	204	6.86	187	4.28	4.23
セレサン 1.3 kg 消石灰 1.7 kg 混合粉 11 月 15 日撒布	206	0.48	225	0.44	186	0.00	0.31
セレサン 1.3 kg 消石灰 1.7 kg 混合粉 11 月 20 日撒布	183	0.00	193	1.55	207	7.25	2.93
セレサン 1.3 kg 消石灰 1.7 kg 混合粉 11 月 25 日撒布	191	3.28	158	0.00	208	0.48	1.25
セレサン 1.3 kg 消石灰 1.7 kg 混合粉 11 月 30 日撒布	190	0.53	199	0.50	208	0.00	0.34
セレサン 1.88 kg 消石灰 1.12 kg 混合粉 11 月 15 日撒布	202	1.49	188	2.13	182	2.75	2.12
セレサン 3.00 kg 11 月 15 日撒布	190	0.00	183	0.00	207	6.70	2.23
ネオメルクロン 1.88 kg 消石灰 1.12 kg 混合粉 11 月 15 日撒布	192	3.13	234	6.41	193	0.52	3.35
ネオメルクロン 3.00 kg 11 月 15 日撒布	183	1.31	185	1.08	200	15.50	5.96
粉用ルベロン(試製品) 1.88kg 消石灰 1.12kg 混合粉 11 月 15 日撒布	192	1.04	175	4.00	189	1.06	2.03
粉用ルベロン(試製品) 3.00kg 11 月 15 日撒布	192	0.52	186	0.00	207	2.90	1.14

以上 4 試験から次のような結論が得られる。即ちボルドウ，有機水銀製剤などの撒布は *S. graminearum* の被害を減少せしめる。その撒布時期は根雪に近い方がよく，撒布時期が早いとその効果が劣る傾向が認められる。しかしてただ 1 回の薬剤撒布でも，その量が充分であれば著しい効果が認められた。これらの防除効果は一つには葉を薬剤で覆つて菌の侵入を防ぐことで得られ，また罹病株から健全株への伝染を防ぐことで得られるものであろう。ボルドウ液は効果が認められるが，液剤の撒布は特に *S. graminearum* 発生地帯のような極寒地でかつ丘陵地では不便であり，場合によつては不可能に近い。それで粉剤としての撒布が望ましい。しかし撒粉ボルドウは反当 7.5 kg でも効果は認められなかつた。したがつて有機水銀剤粉剤が有利と考えられる。セレサンの撒布量はこの 4 試験及び原種圃場で大量の撒粉試験を行つた結果，

また北興化学工業株式会社附属農場における同社の防除試験結果などから判断して実際の防除にあたつては薬剤の値段，労力を考慮して，反当有機水銀剤 1.5 kg，根雪前 1 回の撒布がよいと思われる。

第3項　種子消毒による紅色雪腐病の防除試験

試　験（26）1947～'48 年冬季

目　　的　種子消毒の紅色雪腐病防除効果を検し，同時に最良の種子消毒法を見出さんとする。

試 験 法

試験施行場所　北海道農業試験場圃場

供試品種　秋播ライ麦「ペトクーザ」

栽 培 法　標準耕種法，9 月 18 日播種，1 粒千鳥播

種子消毒の要領　薬液浸漬は常法によつた。予浸は水道水にて 13 時間浸漬。粉剤粉衣は常法によつた。標準区は無処理。

試験結果　第 181 表に示すように，種子消毒区は標準区に較べ発芽率良好である。*Typhula* の発生が著しく，紅色雪腐病が少ないため冬損状況には差が認められない。例年琴似町北海道農業試験場圃場では紅色雪腐病の発生が著しく少ない。

第 181 表　紅色雪腐病種子消毒防除試験成績（1947～'48 年冬季）

試験区		発芽率	平均	冬損状況			
				調査株数	完全枯死株（%）	被害度	平均
標準無消毒区	I II	29.2 21.7	25.5	34 26	11.8 19.2	66.3 72.1	69.2
ウスプルン 1000 倍 30 分浸漬	I II	32.5 37.5	35.0	36 37	11.1 13.5	61.8 67.5	64.7
予浸後ウスプルン 1000 倍 30 分浸漬	I II	22.5 43.3	32.9	24 50	20.8 8.0	65.6 76.0	70.8
ウスプルン 1000 倍 1 時間浸漬	I II	43.3 46.7	45.0	47 48	6.4 10.4	68.1 64.6	66.4
予浸後ウスプルン 1000 倍 1 時間浸漬	I II	38.3 32.5	35.4	43 39	16.3 12.8	67.5 71.7	69.6
ウスプルン 1000 倍 2 時間浸漬	I II	31.6 29.2	30.4	37 31	24.3 16.1	72.2 69.4	70.8
ウスプルン 400 倍 30 分浸漬	I II	36.7 37.5	37.1	42 44	16.6 18.2	71.4 73.9	72.7
セレサン 0.3 % 粉衣	I II	25.0 31.7	28.4	27 34	25.9 5.9	71.2 69.1	70.2
セレサン 0.5 % 粉衣	I II	20.8 30.0	25.4	22 34	27.3 5.9	77.3 64.8	71.1

試験 (27) 1948～'49 年冬季

目　的 前試験と同じ。

試験法

試験施行場所　北海道農業試験場圃場

供試品種　秋播ライ麦「ペトクーザ」

栽培法　この圃場は *Typhula* の発生甚だしく，紅色雪腐病の発生を抑制する傾向があるので高畦栽培とした。反当施肥量は過燐酸石灰 2.5 貫，硫酸アンモニア 6 貫，魚粕 7 貫，1 本の高畦に距離 4.5 cm，間隔 5 cm に 2 粒ずつ並べ，9 月 28 日播種。

種子消毒の要領　ウスプルン，メルクロン液浸漬は乾燥種子をそのまま用いた。セレサンは通常法で粉衣。

試験結果 第 182 表に示すように種子消毒区は標準無消毒区に較べ何れも被害は少なかつた。薬剤間に特別な差は認められなかつた。

第 182 表 紅色雪腐病種子消毒防除試験成績 (1948～'49 年冬季)

試験区		調査株数	雪腐病被害状況		
			完全枯死株 (%)	被害度	平均
標準無撒布区	I	71	11.3	55.3	54.7
	II	86	2.3	54.1	
ウスプルン 400 倍 30 分浸漬	I	81	2.5	44.1	43.1
	II	87	0.0	42.2	
ウスプルン 1000 倍 30 分浸漬	I	74	0.0	37.5	39.7
	II	83	0.0	41.9	
ウスプルン 1000 倍 1 時間浸漬	I	85	0.0	36.2	36.9
	II	93	1.1	37.6	
セレサン 0.2 % 粉衣	I	83	1.2	42.2	41.8
	II	84	3.6	41.4	
セレサン 0.3 % 粉衣	I	82	1.2	35.9	39.2
	II	86	0.0	42.4	
セレサン 0.4 % 粉衣	I	87	0.0	40.8	40.2
	II	87	1.2	39.6	
メルクロン 1000 倍 30 分浸漬	I	80	0.0	42.5	40.3
	II	84	2.4	38.1	
メルクロン 1000 倍 1 時間浸漬	I	83	2.4	42.5	43.0
	II	92	8.7	43.5	

試験 (28) 1948～'49 年冬季

目　的 前試験と同じ。

試験法

試験施行場所　北海道農業試験場北見支場圃場

供試品種　秋播ライ麦「ペトクーザ」

栽培法　標準耕種法，普通条播，9月13日播種

試験結果　第183表に示すように種子消毒区は常に無消毒区に較べ被害軽微であつた。また種子消毒区は標準区に較べ立毛数，草丈ともに極めて良好であつた。

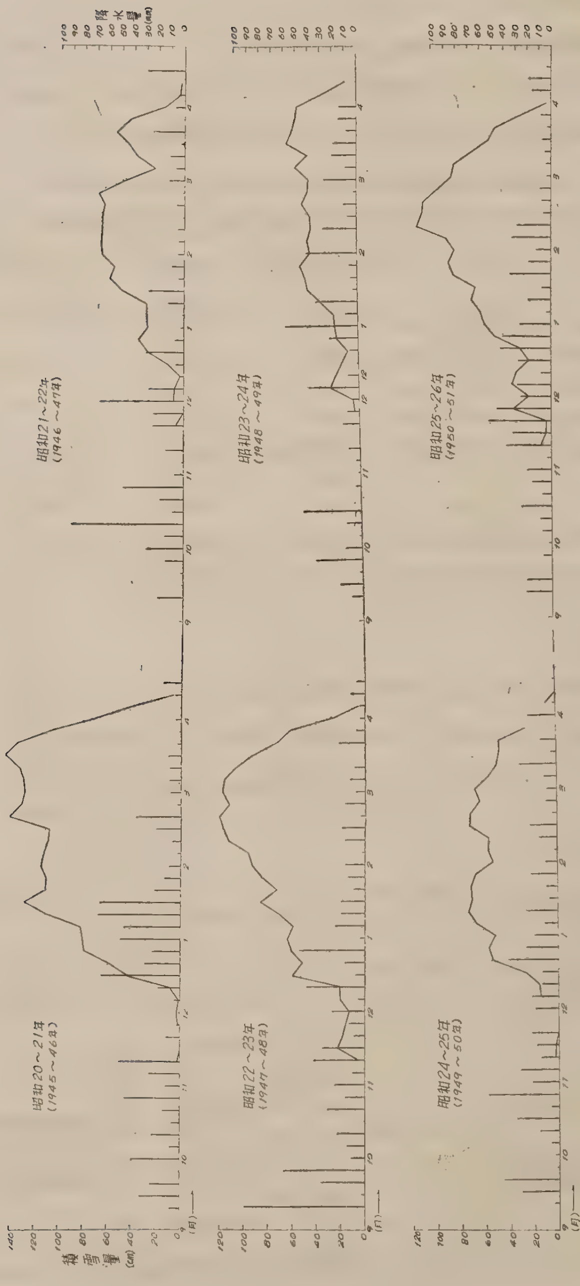
第183表　紅色雪腐病種子消毒防除試験成績（1948～'49年冬季）

試験区	生育調査（45日目）			越冬歩合
	1尺間の茎数	草丈（cm）	分けつ数	
標準無消毒区	10.3	23.0	9.1	74.7
ウスプルン1000倍液30分処理	19.3	23.5	9.8	80.3
ウスプルン1000倍液1時間処理	23.3	26.9	5.9	87.9
ウスプルン400倍液30分処理	19.3	23.4	6.0	85.4
ウスプルン400倍液1時間処理	28.8	24.4	7.6	87.5
セレサン0.2%粉衣	16.3	25.5	7.6	85.8
セレサン0.3%粉衣	18.0	26.6	6.7	87.2
セレサン0.5%粉衣	10.5	25.8	7.3	87.8
メルフェン800倍液1時間処理	17.3	25.9	7.5	80.9
メルフロール800倍液1時間処理	16.8	27.4	7.6	81.5

以上の諸試験で種子消毒が紅色雪腐病の被害を軽減することは明らかである。この紅色雪腐病菌は土壌中に蓄積して麦を侵害する場合には種子消毒の効果が比較的現われないことが知ら

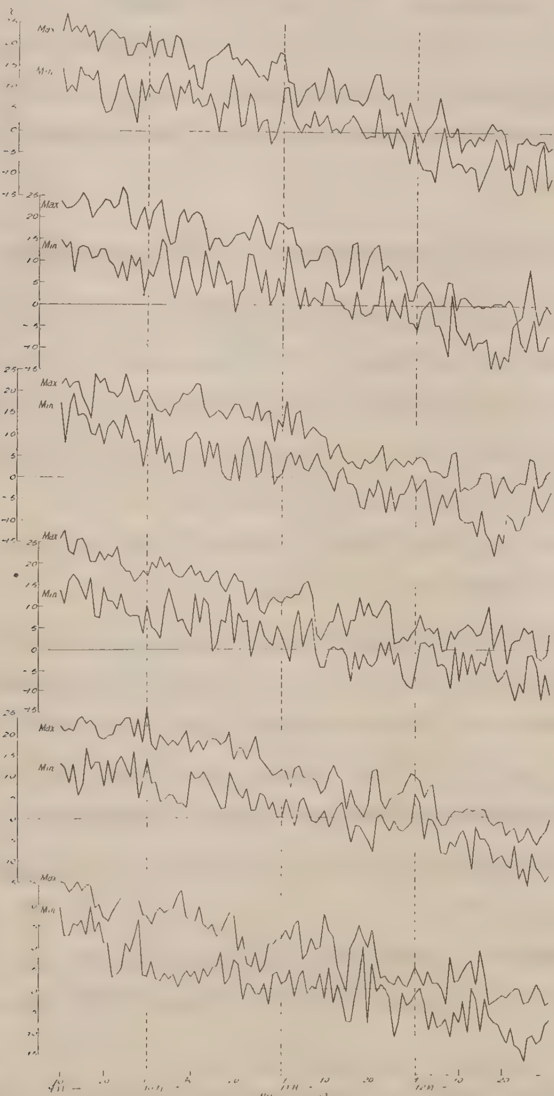
第184表　農家における紅色雪腐病防除試験の2, 3の例

麦類	試験場所	年次	処理	被害程度	備考
小麦	女満別村農家（女満別麦類試験地の指導による）	1948～'49年冬季	無処理	大	遠くより望見して明らかに分る程度に顕著であつた。
			ウスプルン1000倍30分	小	
ライ麦	長沼村水口氏圃場（同村協同組合の指導による）	1948～'49年冬季	無処理	甚大	無処理区は全般に赤く，消毒区は緑色濃くその差きわめて顕著であつた。
			セレサン粉衣	微	
ライ麦	滝ノ上町野田氏圃場（北海道経済部農業改良課指導）	1949～'50年冬季	セレサン0.5%粉衣	微	北海道経済部，農業改良課，農業技術普及資料No.1による。
			無処理区	中	
			セレサン0.4%粉衣	微	
			無処理区	中	
			セレサン0.3%粉衣	微	
			無処理区	大	
			セレサン0.2%粉衣	微	
			無処理区	中	



第 55 図　第 6 章の圃場試験を行つた期間の気象（降水量，積雪量）

れている。また *Typhula* の被害が激しい時も当然その効果は少なくなる。したがつて種子消毒の顕著な場合とそうでない場合がある。例えば第184表に示すように農家圃場における試験できわめて顕著な防除効果を示す場合が多かつた。次に種子消毒の方法としては，上述の試験を



第56図　第6章の圃場試験を行つた期間の気象（気温）

通覧するに，有機水銀製剤1時間浸漬が良好な傾向を示している。またセレサンの粉衣も良好な成績を示した。

第4項 圃場試験施行期間中の気象条件

以上に述べた種々の圃場試験はいうまでもなくその年の気象に左右されること甚大である。ここに気象状況（第55, 56図参照）を示して参考とする。女満別村の気象調査は新設地であるのと，試験機関整備綜合の影響のため，充分な資料を得なかつたので省略した。なお第4章の気象表を参考にすることができる。降水量は半旬毎の総計，積雪量は半旬毎の平均，気温は毎日の最高，最低である。

第4節 麥類雪腐病の總合的防除法に關する考察

本報告の諸章に述べたように北海道には数種の雪腐病菌があつて，それぞれ条件によつて同一地帯に混合して発生し，また *Typhula* 及び *S. graminearum* のようにその分布が確然と異なるものでも，年によつては必ずしも同じ地帯に発生するとは限らない。また現在では予めその発生菌の種類を推定することはできない。したがつていかなる気象条件でも雪腐病の発生を防ぎ得るような方法，即ち各種雪腐病の総合的防除法が望ましい。

いうまでもなく病害の防除の原則は抵抗性品種の健全な栽培である。それによつてもなお発病する場合にはこれを薬剤で防除しなければならない。

1） **栽培法** 播種期が早いとか，秋季の繁茂が盛んであるとか，窒素肥料の少ないような場合などには老葉が多い状態では *Typhula incarnata*, *Fusarium nivale* の発病多く，これに反して *Sclerotinia graminearum*, *Typhula ishikariensis*, *Pythium* はその反対の状態の場合に発病多い傾向がある。したがつて雪害の多少という点からいえばいかなる場合にも通用する栽培法はあり得ない。故に子実収量を最も多くあげることのできる栽培法を行い，そのために発生が促進されるような病菌は薬剤で防ぐべきである。子実収量を多くするためには秋季の生育を旺盛にしなければならぬ。即ち

(a) 耐寒性，耐雪性の強い品種を選ぶこと。北海道では「赤銹不知1号」,「小麦農林8号」が全地域的に良好である。小粒菌核病発生地帯ではこの他に「小麦農林62号」,「ドーソン1号」もよい。

(b) 排水良好な土地を選ぶこと，また土地改良を行つて麦類の生育を良好ならしめること。

(c) 北斜面などの日陰を避け，日当りの良い土地を選定すること。

(d) 施肥はその地帯に適当な量を与え，特に網走地方の如き火山灰地帯では燐酸質肥料を充分に与えること。なお根雪前の硫酸アンモニアの追肥は避ける方がよい。

(e) 播種期はその地帯の適期を守り，遅れないようにすること。

(f) 播種量は適量として厚播を避けること。

(g) 輪作を励行し，連作を避けること。

これらの項目を守ることができない場合，例えば播種期が遅れた場合，北斜面に栽培した場合，或いは排水不良地に栽培したような際などには，次に述べる薬剤撒布を行わなければならない。

2) 薬剤防除法

(a) 種子消毒を行うこと。

(b) 根雪前に有機水銀粉剤を撒布すること。この有機水銀粉剤には消石灰またはベントナイト，硅藻土，草木灰などを加えて，約 26 kg（約 7 貫）程度として 1 反に撒く。機械まきの場合は消石灰などを加えて約 3 kg 程度として撒布する。撒布は 11 月初旬より 11 月 15 日くらいまでに完了する。撒布回数は 1 回でよい。

第 9 章　摘　　要

（第 1 章）

1. 本研究の目的を明らかにした。

2. 麦類雪腐病の既往の研究を概括した。

（第 2 章）

3. 秋播小麦及びライ麦の大部分の冬損の原因は病原菌による腐敗であり，病原菌のない状態では大部分の冬損は起らない。

4. 秋播大麦は寒さに弱く，寒さによる害を受けるが，耐寒性品種では小麦の場合と同様その冬枯れは病原菌による。

5. 秋播小麦でも風で雪の吹き飛ばされる場所などでは寒害によつて枯死するが，それは局所的である。

6. 雪腐病の病因につき論じた。

7. 麦の雪害に関係ある環境条件についての既往の研究を総括して，主要なる条件は雪下の低温と暗黒と多湿（ただし *Sclerotinia graminearum* の場合は雪下の凍結）とした。

（第3章）

8. 北海道の麦類雪腐病の病原菌は，主として *Typhula* 属菌，*Sclerotinia graminearum*, *Fusarium nivale* 及び時に *Pythium* 属菌がある。

9. 北海道農業試験場の圃場において3年にわたつて雪下小麦の病斑を各病斑毎に表面殺菌をして分離したところ，常にその病斑の約 99 %が *Typhula* 属菌であり，且つその種は *Typhula incarnata* と *Typhula ishikariensis* に限られた。

10. *T. incarnata* と *T. ishikariensis* の両種は各々その子実体の形態が多様であり，極端なものの間では相当な相違がある。これらは *Typhula* 属菌の4極性に基くものと思われる。

11. *T. incarnata* と *T. ishikariensis* の病原性の比較を行い，*T. incarnata* は *T. ishikariensis* に較べ病原性が弱いことを明らかにした。

12. *T. incarnata* より *T. ishikariensis* の方が病原性が大であるから，圃場では *T. incarnata* が *T. ishikariensis* に圧倒されて，圃場はすべて *T. ishikariensis* によつて占拠されるように考えられるが，事実はむしろその逆で一般には *T. incarnata* の方が多い。そして *T. ishikariensis* が発生した株だけが甚大な被害を受ける。また *T. ishikariensis* の発生が多い場合その圃場の被害が大である傾向がある。この現象につき2,3の考察を試みた。

13. 大粒菌核病菌 *Sclerotinia graminearum* の形態を記載した。

14. *S. graminearum* の寄主植物としては小麦，大麦，ライ麦の他，コヌカグサが確認されているが，その他にもオオアワガエリ（チモシー），ナガハグサ，スズメノカタビラにも寄生する。

15. *Fusarium nivale* 及び *Pythium* spp. について既往の研究を述べた。

（第4章）

16. 北海道を *S. graminearum* 分布地帯と *Typhula* 分布地帯に分けることができる。

17. *Typhula* 分布地帯は毎年必ずほとんど *Typhula* のみが発生するが，*S. graminearum* 分布地帯では暖冬多雪年には *Typhula* が多量に発生する。

18. 同一地帯でも高畦栽培か平畦栽培かで両菌の発生状況が異なる。また自然の凹凸でも発生状況が異なる。札幌地方における調査によれば高畦では *S. graminearum* が少数ながら見られ，平畦ではこの菌はほとんど発生しない。

19. *Fusarium* は特にライ麦に多いが，その他の麦にも発生する。一般に *S. graminearum* 分布地帯に *Typhula* が発生するような気象年には全道的に *Fusarium* の発生が多い。

20. *S. graminearum* 及び *Typhula* 分布地帯の気象を比較した結果

S. graminearum 分布地帯——晩秋降雨量少なく，日照時数多く，最高最低気温較差大であり，冬季積雪量少なく，積雪下地温低く，土壌凍結期間長き地帯。

Typhula 分布地帯——晩秋降雨量多く，日照時数少なく，最高最低気温の較差小であり，冬季積雪量多く，積雪下地温高く，土壌凍結期間短い地帯。

であることを明らかにした。

21. これらの諸要因のうちどの要因が直接分布を支配するかを考察して，積雪下の土壌凍結が *S. graminearum* と *Typhula* の分布を支配することを認めた。

22. 積雪量を人為的に支配し，積雪下の土壌を凍結せしめることにより，*S. graminearum* の発生が見られた。

23. *S. graminearum* 分布地帯に *Typhula* の発生する気象年を比較した結果，そのような年は暖冬多雪であることを明らかにした。

24. 何故このように土壌凍結の長短が *S. graminearum* と *Typhula* 属菌の分布を支配するのか，その理由を知るため両菌の生理学的性質の比較を行い次の諸事実を知つた。

25. *T. incarnata* の小生子発芽適は温おおむね 9°〜20°C であるが，*S. graminearum* の子嚢胞子の発芽適温はおおむね 6°〜20°C で，かつ一般に *S. graminearum* の発芽管長の平均の分布は低温に傾き，*T. incarnata* はそれよりやや高温に傾く。両菌ともに 0°C で発芽可能であり，また両菌ともに 24°C でもなお発芽するが著しく不良である。

26. 馬鈴薯葡萄糖寒天，小麦稈煎汁寒天，大根葉煎汁寒天，燕麦粉寒天，玉蜀黍寒天，醤油寒天で扁平培養をした場合 *Typhula* 属菌は馬鈴薯葡萄糖寒天上で発育良好であり，*S. graminearum* は醤油寒天培養基上で特に発育良好である。

27. pH を異にした馬鈴薯葡萄糖寒天で培養した場合，*Typhula* 2 種は pH 5 以下で発育不良となり，pH 8 では中性より劣るがなお相当に発育する。これに反し *S. graminearum* では pH 6 以上で発育悪く，特に pH 8 では著しく不良であり，pH 5.4 から pH 2.8 範囲で良好な発育をした。*T. incarnata* と *T. ishikariensis* を比較すると後者は前者に比しその発育に適する pH の範囲が狭いと認められる。

28. *S. graminearum* と *Typhula* の発育適温を比較するに両菌の発育適温は 7〜15°C にある。最低は両菌ともに本実験の範図では −7°C でも発育し得る。*S. graminearum* の発芽適温は *T. incarnata* よりやや低温に傾くように思われる。

29. 寒天培養基は氷点下で過冷却を続ける。この現象を利用して同一温度における凍結寒天

培養基と不凍結寒天培養基での菌成長を比較したところ，*S. graminearum* は凍結寒天培養基でも発育を続け，かつむしろ不凍結の場合より菌糸の伸長は大であるが，*Typhula* は凍結によつてその伸長が止まる。

30. 濃度の異なつた寒天培養基を用いて，*S. graminearum* と *Typhula* の発育を比較すると，供試培養基の如何をとわず一般に *S. graminearum* は高濃度を好み，それに反して *Typhula* は低濃度を好む。即ち培養基濃度に関して逆な性質をもつ。前述の寒天培養基の凍結に対する両菌の性質のちがいは培養基濃度に対する両菌の性質に基くものであろう。

31. 殺菌土壌上では *S. graminearum* の発育は *T. incarnata* に較べて著しく遅い。*T. incarnata* は土壌の pH が中性のとき良く発育し，*S. graminearum* はそれより酸性で発育が良い。凍結した土壌でも *T. incarnata* は発育したが *S. graminearum* の発育は非常に僅少であつた。

32. 培養基上で *T. incarnata* と *S. graminearum* の間には顕著な拮抗作用があり，常に *S. graminearum* は *T. incarnata* と対峙する場合，強い抑制作用を受けた。*T. incarnata* も抑制作用を受け一時その発育が停止するが，その後発育再開し，*S. graminearum* のコロニーに近づいてゆく，この発育再開は単胞子分離系統の場合より接合型のものの方が速やかに起つた。

33. *S. graminearum* と *Typhula* の病理学的性質の比較を行つたが，*T. incarnata* の土壌接種は殺菌接種土を用いても，無殺菌圃場土に含菌寒天片を接種したものを用いても，不凍結状態では可能であるが，凍結状態では病気を起すことができない。

34. *S. graminearum* の土壌接種は pH を異にしても，或いは土壌を凍結しても，土壌を不凍結状態に保つても，接種は不成功であつた。

35. *T. incarnata* を葉の切断面に接種してのちその病斑伸長を比較すると，5°C 附近で病斑の進展大であり，それより温度下るに伴ない病斑の進展小となる。－5°C では全く病斑の進展を見なかつた。

36. *S. graminearum* は －2°C で病斑進展最も大であり，－5°C でも病斑進展し，5°C 附近では全く進展しない。また接種後 5°C 附近に 3 日置いたのち氷点下に移しても病斑は進展しなかつた。

37. 女満別の「小麦農林 62 号」を晩秋に札幌に移植すると，凍結状態または直接葉を融解した雪下土壌に接触せしめない状態では *S. graminearum* の発病があるが，融解した土壌に圧伏された状態では発病しない。

38. 土壌凍結（地温の低下）が *S. graminearum* と *Typhula* の分布を支配する機作は，以上

に述べた諸実験から次のようなものであると考える。

a) 土壌が凍結した状態では *Typhula* は小麦葉を侵すことができず，その病斑進展は阻害される。これに反して *S. graminearum* はこのような状態で良く麦葉を腐敗せしめる。

b) 土壌融解地帯では雪下の麦葉附近に水分多く，そのため *S. graminearum* の発育が不充分で，その結果相対的に小麦の抵抗性が強化し，病斑進展を阻害する。

c) 雪下土壌が融解していると *Typhula* が繁殖し，*Typhula* と *S. graminearum* の Antagonism が *S. graminearum* 発生減少に一役を演ずる。

39. *S. graminearum* 分布地帯では土壌凍結の他種々の気象要因が *S. graminearum* 発生に有利である。

40. 麦類雪腐病原菌分布の一般的あり方について考察を行つた。

(第5章)

41. *Typhula* 属菌の生活史について実験並びに調査を行い次の事実を知つた。

42. *T. incarnata* の小生子の単胞子分離を行い，その中の10系統を選び対峙培養を行つた結果，4つの組に分けることができる。そのうち各2組宛の間に接合が可能であり，その他の組との接合は不可能であつた。即ち *T. incarnata* は4極性である。

43. 単胞子分離系統の菌核は発芽不良であり，発芽しても小形で畸形である。

44. 病斑より分離した菌は，ほとんどすべて接合型であり，したがつて何処かで核相の交番が行われていることになる。この核相の交番の病理学的意義を明らかにすることは今後の問題である。

45. 菌核よりの子実体の発生時期を昭和21～25年の5年間に調べた結果，琴似町圃場で *T. incarnata* は10月中旬，*T. ishikariensis* は11月初旬であることを知つた。

46. *Typhula* の伝染径路に関して実験し次の事実を明らかにした。

47. 根雪直後に小麦葉を表面消毒して分離しても *Typhula* を得ることはできないが，ある期間を過ぎるとほとんどすべての株に必ず *Typhula* の発生を認め，分離可能である。

48. 雪下で箱などで覆うことにより葉の土壌密着を防ぐと発病遅れ，かつ葉鞘を伝つて葉の先端に来てから始めて発病する径路を認め得る場合が多い。

49. 葉鞘裏面接種法により小麦葉鞘に小生子を接種して顕微鏡で観察し，衰弱葉鞘で胞子から蔓延した菌糸が気孔から侵入した場合を認めたが，健全組織に対する直接侵入を認め得なかつた。

50. これらの観察及びその他の実験結果を参照して，*Typhula* 属菌の胞子は衰弱老葉上に落下するとそこで多少繁殖し，衰弱による気孔の異常開口部，或いは傷から内部に侵入し，老葉に病斑をつくり，後にこれを足場にして若葉を腐敗せせしめると考える。

51. *Typhula* 属菌の土壌伝染について実験を行つて次のごとき結論を得た。即ち *Typhula* に関して雪下圃場土面に無菌的に育てた小麦を接着せしめると *Typhula* の発病を見るが，しかしその発病は自然状態の小麦の発病に較べしばしば局所的であり，時に発病を見ないこともある。即ち土壌は雪腐病の伝染源となることが明らかであるが，しかし菌は土壌中に普遍的にあるものではない。土壌中の菌の由来は飛散胞子による場合は，何か中間寄主となる圃場有機物（ただし雑草，根などの破片の生きているもの）の存在によるように思われ，純粋な土壌中では小麦攻撃の基盤となるほどの菌の繁殖はなく，また有機物がある場合でも死物の場合は他の土壌微生物のために拮抗的に発育を抑制されるように思われる。土壌中の伝染源として土壌中に含まれる菌核が重要な意義をもつであろう。

52. *S. graminearum* の生活史について実験並びに調査を行い次の事実を知つた。

53. 菌核からの茸の発生時期は，1947～'49 年の 3 年間の観察によれば札幌ではほぼ 10 月中旬，女満別ではそれよりやや早いがほぼ中旬である。

54. 茸は発芽後比較的緩慢に成長を続け，子嚢盤が扁平になつた後もその直径を増す。その成長期間は約 15 日以上におよぶ。

55. *S. graminearum* の伝染径路を調べるために次の実験を行つた。

56. 殺菌土壌，圃場土，及び pH をかえた土壌面に菌核或いは含菌寒天片を置いて，凍結及び不凍結状態で接種を試みたが，土壌接種は不可能であつた。

57. 札幌で育てた「小麦農林 62 号」の葉を女満別の濃厚胞子被覆上に接着せしめて雪下に放置しても，接種不能であつたが，同じ麦を同一場所に始めから生育した女満別の小麦の葉に接着せしめて雪下に放置したものは激しく発病した。これらの実験は *S. graminearum* の土壌伝染を否定するように思われる。

58. 胞子による小麦葉に対する接種試験はすべて不成功であつた。これは *S. graminearum* の病斑進展が氷点下において良好で，氷点上の温度で著しく抑制される事実に基くように思われる。

59. *S. graminearum* の小麦に対する接種試験で成功した方法は小麦葉切断部に対する含菌寒天片接着及び罹病株との接触によるものであつた。即ち *S. graminearum* の伝染径路は空中

伝染（未証明）及び接触伝染によると思われる。

（第6章）

60. 小麦が *Typhula* に対して示す抵抗性の実態を知るために次の諸実験を行つた。実験は主として *T. incarnata* について行つた。

61. *Typhula* は老葉のしかも先端部に近い方から侵入し始めることが認められる。

62. キシロール或いはエーテルを 0°C 暗黒下の小麦葉に滴らすと，傷（或いは気孔の異常開孔）の位置が判明するが，その分布は各葉序によつて特徴のある分布を示す。この分布は各葉序上の *Typhula* 病斑の分布ときわめて良く一致する。

63. 雪下小麦を掘り取り，健全株を選び，葉序毎に含糖量を分析し，同時に同一材料につき病斑長を測定した結果，含糖量と発病率の間には必ずしも相関関係をもたず，老葉ではなお糖が充分にあつても既に相当著しい発病率を示すことを知つた。

64. 生理化学的変化と抵抗性の変化の関係を調べるために，半地下 0°C 暗黒の室をつくつた。その小室は約3箇月にわたり 0.3～0.5°C，100 %の湿度を続けた。

65. 約 0°C 暗黒下での小麦の肥料と含糖量の関係を見たが肥料が多いほど，含糖量が少ない。

66. 約 0°C の暗黒の室内で2年にわたり，各 N-fraction の変化を調べ，また同一材料に *T. incarnata* を接種してその抵抗性変化を調べて，生化学的変化と抵抗性変化の相関関係を求めた。

67. 暗黒下では時間が経過するにつれて，急激に老葉に蛋白の分解が起り，それに伴なつて老葉の抵抗性が低下する。若い葉では蛋白の急激な減少も，抵抗性の急激な低下も見られない。蛋白—N の低下に伴ない，アミド—N は増加するが，アンモニア－N は若葉では末期に至るまで増加しない。しかし老葉では若葉に較べ常にその含量が高い。この結果から次のように結論される。即ち雪の下では先ず老葉に蛋白分解が起り，この蛋白分解産物は新葉形成部に送られ，過剰なものは豊富に蓄積せられた糖の存在によりアミド—N として蓄積せられる。この衰弱過程により急激な抵抗性低下は先ず老葉に起り，新葉ではなかなか起らない。

68. この老葉での蛋白分解が次々と若葉に進む場合の速度の遅速が抵抗性に関係をもつと思われる。即ち少肥の場合，この老葉での衰弱過程が大であり，そのために前述のように糖の蓄積が大であるにかかわらず，抵抗性が速かに低下することが期待される。

69. *T. incarnata* は主として，この老葉の衰弱過程に従つて小麦葉を侵し，したがつて主として葉のみを侵すが，*T. ishikariensis* は衰弱葉に足場を得た後速やかに新葉を腐敗せしめ全

株を枯死せしめる。

70. 既に知られているように高等植物の窒素代謝過程で，糖の含量が多い場合は蛋白の分解は抑制される。故に hardening による糖の蓄積が小麦の越冬性に対して果す役割の一つは，その点にあるであろう。

71. Hardening せられた細胞の状態そのものが抵抗性に関係があるかどうかが問題となるが，この問題について実験し hardening せられた細胞の状態そのものは抵抗性に対して直接的な影響をもたず，間接的にのみ影響すると結論した。

72. 小麦の *Typhula* に対する抵抗性はいうまでもなく病斑で表現せられるが，病斑の大きさは色と密接な関係があり，病斑伸長の大なる場合は無色浸潤状を呈し，病斑長小さい場合は褐色を呈する。この関係は寄主植物と菌の両方の条件で相対的に決定せられる。同一の菌でも寄主の強さの異なるに従いその病斑は異なつた色を呈し，また同一の寄主でも，異なつた状態の菌を接種すると病斑は異なつた色（異なつた抵抗性の表現）を示す。

73. 接種時の温度高いときは低いときより接種初期の病斑着色濃厚であるが，高温時は衰弱激しいため速かに衰弱過程が始まり，抵抗性は低下する。

74. 葉の病斑の伸長曲線が直線と見做される場合には，その葉は未衰弱と考えられるが，この状態で病斑伸長程度を比較すると明らかに未衰弱葉にも抵抗性の強弱がある。

75. 機械的防護組織の強剛な葉及び弱い葉が衰弱したときの生菌及び低温殺菌に対する反応の相違から，機械的防護組織の抵抗性と抗菌的反応性の間には共働的な関係があると認めた。

76. 0°C の暗黒下にある小麦の各葉序別に搾汁をとり *T. incarnata* を培養すると，常に老葉の方が若葉より菌の発育良好である。また葉面上に菌が匍匐する場合，若葉でよりは老葉において良く蔓延する。即ち老葉での急激な抵抗性低下の原因として，老葉での抗菌的反応性の低下，葉表面への栄養物質の滲出が大であること，及び汁液の栄養的組成が菌に対して良好であることなどがあげられる。

（第 7 章）

77. 圃場において麦類雪腐病の被害を増大せしめる要因を考察して，次の諸要因をあげた。即ち，a） 葉齢，b） 未衰弱葉の強弱，c） *T. incarnata*, *T. ishikariensis* の発生比，d） 初期の虫害，風害の多少，e） 菌の密度及び雪下の菌の状態，f） 蓄積された糖の多少。

諸環境要因はこれらを通じて，雪害に影響すると考えられる。

78. 北海道における昭和 1～25 年の 25 年間の冬損状況と気象の関係を比較したが，昭和 18

年より数年間における雪腐病の大発生は戦時中の燐酸不足によるものと認めた。

79. これらの燐酸不足による影響を受けなかつた試験機関の豊凶考照試験の作況と気象とを比較すると，最も密接な関係をもつものは琴似町（本場，*Typhula* 発生地帯）では9月の降水量大なる年に被害大なる傾向があり，帯広市（十勝支場，*S. graminearum* 発生地帯，年により *S. graminearum* が影をひそめ *Typhula* が発生する）では9月の降水量が大で，1月の気温低い年に被害大である傾向を認め，北見市（北見支場，*S. graminearum* 発生地帯，年により *S. graminearum* 影をひそめ *Typhula* が発生する）では降水量との間に特別の関係を認めず，12月の気温低い年に被害の大きい傾向を認める。以上は一般的傾向であつて，それに積雪量，或いは積雪期間などの他の要因が加わつてその傾向がしばしば乱れるように思われる。積雪期間については特別に短い年に被害が少なくなる以外には関係を認め得なかつた。

（第8章）

80. 圃場試験における雪腐病の被害の各種の調査法を比較検討したが，耕種条件と雪腐病の関係について次の諸結果を得た。

81. *Typhula* 被害と肥料の関係についての試験では，無肥区で被害少ない傾向を認めたが，肥料を多施しても標準区に較べて被害が増大する傾向は認めず，生育に対する悪影響を認めるほどに多施した場合にも被害は増大しなかつた。無肥区で被害が少ないという本試験の結果は，一般に認められている傾向と異なるが，これは北海道農業試験場の圃場の特性に基くものであろう。

82. *Typhula* 被害と播種期との関係についての試験を行い，早播では中被害，少被害が多く葉はひどく腐敗していても，完全に株が腐つているものは少ない。これに反して遅播区では一般に健全なものが多いが，一たび侵害を受けると大被害または完全枯死におちる場合が多い。この播種期の早晩における被害の傾向は，既に述べた葉序と被害の関係によつて説明し得る。即ち早播き区では老葉が多く，遅播きでは老葉が少なく侵害の機会は少ないが若葉は弱いと考えられるから，一たび菌の侵害を受けた場合激しい被害を受けるものと考えられる。この場合既に述べたように *T. incarnata* と *T. ishikariensis* の相互関係が問題となるであろう。即ち播種期のいかんにかかわらず，被害大なる場合は *T. ishikariensis* によるものであり，被害少ない場合には *T. incarnata* によるものであつた。

83. *Typhula* 被害と品種の関係では「赤皮赤1号」，「小麦農林62号」は被害が大であり，「赤銹不知1号」，「小麦農林8号」，「ドーソン1号」の被害は少ない。「小麦農林62号」は被害

度は比較的大であるが完全枯死株比率は少ない。したがつて「小麦農林 62 号」は *Typhula* 発生地帯に不適ではない。

84. *S. graminearum* の被害と肥料及びそれと播種期との関係について女満別村で圃場試験を行つたが，肥料不足の場合被害が大であり，特に燐酸不足の場合被害著しく増大し，N，K は統計的に意義ある影響を与えなかつた。燐酸反当要素量 2.0 貫まで増施に伴なつて被害を減少する。3 要素を標準の 4 倍量与えても，3 要素のうち 1 要素を均衡を破つて大量（3 倍）に与えても被害に影響しなかつた。この点についてはなお研究を要する。

85. 播種期と *S. graminearum* の被害との関係では 1948～'49 年と 1949～'50 年でその傾向相反し，前者では早播に被害が大であつた。しかるに 1949～'50 年では遅播の被害が著しく大きかつた。一般に播種期の遅い場合に被害の増大するのが普通に観察されるが，1948～'49 年のようにかえつて早播に被害を増すこともあり得る。この年の早播での被害増大は肥料多施区では見られなかつたことから，老葉の被害が圃場の被害を支配したものと見ることができる。

86. 小麦品種と *S. graminearum* の被害との関係を見ると，一般に「赤銹不知 1 号」，「小麦農林 8 号」，「マーチン」，「カンレッド」は本病に著しく強く，「ドーソン 1 号」，「赤皮赤 1 号」これに次ぎ，「小麦農林 62 号」は特に著しく弱い。

87. 小粒菌核病による雪腐病に対し，セレサン，粉用ルベロン，ネオメルクロンダストなどの有機水銀剤はきわめて顕著な防除効果を示した。

a) ボルドウ液，撒粉ボルドウなどの銅剤も高濃度であれば効果を示すが，著しく多量を要し，小粒菌核病に対しては有機水銀剤に劣るように思われる。

b) 水銀製剤に対する混合増量剤としては消石灰，ベントナイト，硅藻土，草木灰など何れも統計的に意義ある差を示さなかつた。

c) 撒布回数はただ 1 回で充分である。

d) 撒布時期は 11 月初めより 15 日位までとするのが妥当と思われる。

e) 撒布量はセレサンは反当 1.5 kg，撒粉ルベロン，ネオメルクロンダストは反当 3 kg 程度とするのが適当のようである。

f) 薬害は，著しく大量に撒布した場合若干認められるが，実際には考慮する必要がない。

88. 大粒菌核病菌による雪腐病に対しても小粒菌核病に対する方法と同様にして防除し得る。

89. 紅色雪腐病に対しては種子消毒の効果を認めた。

引 用 文 献

1 ANDERSSON, G. (1944) Gas change and frost hardening studies in winter cereals. Lund; Hakan Ohlssons 1944, 163 〔E. S. R. 95, 486～487〕

2 ANLIKER, J. (1935) Beiträge zur Kenntnis der Fusariose des Roggens. Beitr. Kryptogamenfl, Schweiz. viii, 4, 115

3 明日山秀文 (1940) *Fusarium nivale* (FR.) CES. *Calonectria graminicola* (BERK. et BR.) WR. による小麦の斑紋 日•植•病•学会報, 10, 51～54.

4 ATANASOFF, D. (1923) Fusarium blight of the cereal crops. Meded. Landbouwhooge-school Wageningen, 27, 132 〔R. A. M. 3〕

5 BENNETT, F. T. (1935) Fungus diseases of bowling and golf greens. Agric. Progr. 12, 164～169.

6 卜蔵梅之丞 (1926) 麦類の菌核病に関する研究 (予報) 病虫害雑誌, 13, 476～489.

7 ―――― (1935) 麦類の菌核病とその防除, 病虫害雑誌, 22, 29～38.

8 BROADFOOT, W. C. (1933) Studies on foot and root rot of wheat. II Cultural relationships on solid media of certain micro organisms in association with *Ophiobolus graminis* SACC. Canad. Journ. of Res., 8, 545～552.

9 CHIBNALL, A. C. (1937) Protein metabolism in the plant. Yale Univ. Press.

10 CHISTIAKOFF, F. M. and MME Z. Z. BOCHAROVA (1938) The influence of low temperatures on micro-organisms II. IV. The influence of low temperatures on mould development. Microbiol., 7. 498～514, 838～842. 〔R. A. M. 18, 467〕

11 CONSTANTINESCUE, E. (1933) Weitere Beiträge zur Physiologie der Kältresistenz bei Wintergetreide. Planta, 21, 304～323.

12 DAHL, A. S. (1934) Snow mould of turf grasses as caused by *Fusarium nivale*. Phytopath. 24, 197～214.

13 大 後 美 保 (1945) 日本作物気象の研究, 朝倉書店

14 DEXTER, S. T. (1933) Effect of several environmental factors on the hardening of plants. Plant physiol., 8, 123～139.

15 EKSTRAND, H. (1937) *Typhula* on winter cereals, sclerotial disease on fodder grasses. Växtskyddsnotiser Växtskyddsanst., Stockh., 1, 3～5, 1937. 〔R. A. M. 16, 802〕

16 ―――― (1949) Nutritional relations and the overwintering of pasture grasses. Växtskyddsnotiser, Växtskyddsanst, Stockh., 2, 5～9 1949 〔R. A. M. 28, 576〕

17 FOKIN, A. D. (1939) Meteorological conditions governing mass outbreaks of *Sclerotinia graminearum* ELEN. on winter cereals. Pl. Prot. Leningr. 18, 113～120. 〔R. A. M. 18, 583〕

18 福地 喬•鈴 木 重 雄 (1931) 大麦雪腐の原因並びにその防除に関する研究 農及園, 6, 1585～1590, 1751～1756.

19 GASSNER, G. and W. FRANKE (1934) Über den Einfluss der Temperatur auf N-gehalt und Rostresistenz junger Getreide Pflanzen. Phytopath. Zeitschr., 7. 187～222.

20 GÄUMANN, E. (1940) Über die Temperaturansprüche des Hausschwammes. Zbl. Bakt., Abt. 2, Ci, 21～22, 409～410.

21 (1950) Principles of plant infection. Crosby Lockwood & Son Ltd., London.

22 GORTNER, R. A and W. F. HOFFMAN (1922). Determination of moisture content of expressed plant tissue fluids. Bot. Gaz. 74, 308～313.

23 GREGORY, F. G. and E. C. D. BAPTISTE (1936) Physiological studies in plant nutrition. V. Carbohydrate metabolism in relation to nutrient deficiency and to age in leaves of barley. Ann. Bot., 50, 579～619.

24 原 政司・滝島英策 (1942) 降雪前窒素追肥による小麦品種の耐雪性検定 育種研究, I, 157～159.

25 逸見武雄 (1935) 植物病学汎論, 岩波全書

26 忍足舜吾・東 晃 (1949) 凍土の融解 農業物理研究所報告, No. 6, 43～52.

27 東 晃 (1949) 土壌の凍結及び融解 農業物理研究所報告, No. 7.

28 ――― (1950) 土壌の凍結及び融解 その2 農業物理研究所報告, 水害の綜合的研究第3輯, 87～115.

29 HILTNER, L. (1907) Über das Auswintern des Getreides und das Auftreten des Schneeschimmels Prakt. Blütter f. Pflanzenbau. u. Pflanzenschutz. 5. 37/38. (cited in 12)

30 ――― (1911) Über das schlechte Auflaufen und die Auswinterung des Getreides infolge Befalls des Saatgutes durch Fusarium. Landw. Jahrb. I, 20～60, 231～278.

31 ――― (1916) Über die Wirkung eines Bedeckung der Wintersaaten. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz. 14, 3～10. (cited in 12)

32 日野 巖 (1949) 植物病理学講義, 養賢堂

33 平井篤造・越水幸男・古田 力 (1946) 麦類雪腐病に関する研究, 昭和21年度中間報告, 農林省農試東北支場盛岡試験地

34 平井篤造・越水幸男 (1953) 麦類雪腐病と核酸代謝 日・植・病・報, 18, 71. (講演要旨)

35 ―――・後藤 洋・佐藤義一 (1947) 麦類雪腐病に関する研究 (中間報告) 同上

36 ―――・佐藤義一・後藤 洋・八角俊子 (1948) ムギの雪腐病に関する研究 (中間報告) 同上

37 ―――・―――・木村幹夫・加藤寿治・八角俊子 (1949) ムギ類雪腐病に関する研究 (中間報告) 同上

38 越水幸男・平井篤造 (1950) ムギの雪腐病に関する研究 第1報, 積雪下コムギ葉鞘表皮細胞液の滲透圧並びに原形質透過性の変化 日・植・病・学会報, 15, 21～25,

39 平井篤造・古田 力・佐藤義一・八角俊子 (1950) ムギ類雪腐病に関する研究 第2報, 東北地方における各種雪腐病原菌の分布 東北農業, 4, 108～110.

40 ―――・後藤 洋・加藤寿治・八角俊子 (1952) ムギ類雪腐病に関する研究 (第3報), 積雪下におけるコムギ品種の糖並びに各種窒素化合物含量の変化 日・植・病・学会報, 16, 1～5.

41 ――― (1951) ムギの雪腐病に関する研究 第4報, 飢餓状態におけるムギ細胞原形質粘性の増高 植物病害研究第4集 逸見武雄先生還暦記念論文集, 133～137.

42 平根誠一 (1951) 麦類褐色雪腐病菌3種について 新潟県立農業試験場速報, 8, 1～6.

43 ――― (1952) 昭和25年度麦類雪害防除試験成績概要, 特に褐色雪腐病について 新潟県農業試験場堀之内試験地 (謄写刷)

44 (1952) 麦類褐色雪腐病の薬剤防除に関する基礎的問題について 日・植・病・学会報, 16, 42.

45 堀 正侃 (1947) 麦の雪腐病の粉剤による防除について 農薬, 3, 28～31.

46 HUNGERSFORD, C. W. and R. REMSBERG (1933) Sclerotium diseases of grains & grasses. Abs. in Phytopathology, xxiii, 17.

47 IMAI, S. (1929) On the clavariaceae of Japan I. Transact. Sapporo Nat. Hist. Soc., 11, 38

～45.

48 ——— (1930) On the clavariaceae of Japan Ⅱ. Transact. Sapporo Nat. Hist. Soc., 11, 70～77.

49 ——— (1936) On the causal fungus of the Typhula blight of gramineous plants. Jap. Journ. Bot., 8, 5～18.

50 伊藤誠哉・坂本正幸(1936～1944) 稲熱病に関する研究 農林省委託試験成績（連年各1冊，代謄写印刷）

51 岩切 嶙(1946) 畦の高低と各種雪腐病による小麦の被害との関係 農及園，21, 567～568.

52 ——— (1950) 麦類雪腐病の分布について 北陸病害虫研究会々報 1, 22～24.

53 岩山新二(1933) 富山県下にて積雪下に麦類を腐敗せしめる一新病害に就いて 富山県農試臨時報告，病虫雑，20, 456～464, 545～551.

54 ——— (1935) 麦類雪腐病の防除に就いて 日・植・病・学会報，4, 228～229.

55 ——— (1936) 麦類褐色腐敗病の防除に就いて 農事改良資料，108.

56 柿崎洋一(1936) 小麦の雪害とその防除 農業，695.

57 ——— (1936) 小麦の雪腐病抵抗性と茎葉の乾物率並びに葉片汁液の性質 農及園，11. 1309～1318.

58 河村栄吉・小野小三郎(1948) 稲熱病に対する外国稲の抵抗性に関する研究 農事試験場彙報 4, 13～22.

59 Khokhryakoff, M. (1935) A little known disease of winter-sown cereals (*Sclerotinia*). Pl. Prot. Leningr. 4, 94～97.

60 木村幹夫・平井篤造(1952) ムギ類雪腐病に関する研究（第6報）ムギ類品種の抵抗性検定方法 東北農業，5, 5～6, 182～184.

61 Kneen, E. and M. J. Blish (1941) Carbohydrate Metabolism and Winter hardiness of wheat. Journ. Agr. Res., 62, 1～26.

62 Korff, (1924) Beobachtungen der Bayrischen Pflanzenschutzorganisation über diesjährige Auswinterung des Wintergetreides. Prakt. Blätter Pflanzenbau und Pflanzenschutz, 2, 47～53, 76～83. 〔R. A. M. 4, 28～29〕

63 小林三雄・萩原敏雄(1936) 小麦品種の耐湿性及び耐雪性と2, 3特性との関係 農及園，11, 1775～1780.

64 小西千賀三・西川光一(1951) 麦類耐雪性に関する栄養生理的研究 北陸農業研究 1, 29～43.

65 国井幸次(1934) 北海道に於ける根雪期間及び平均気温氷点以下の期間と高さの関係 気象集誌，12, 253～257.

66 栗林数衛(1937) *Calonectria* 菌の寄生による麦類雪腐病に就いて 日・植・病・学会報，7, 62～63.

67 ———・市川久雄(1944) 麦類雪腐病防除試験成績 長野県立農事試験場彙報，27, 1～4.

68 ———・——— (1948) 麦類雪腐病の防除 農薬，2, 17～26.

69 ———・——— (1951) 麦類雪腐病の防除について 植物防疫，5, 368～371.

70 Lehfeldt, W. (1923) Über die Entstehung des Paarkernmyzels bei heterothallischen Basidiomyceten, Hedwigia 64, 30～51.

71 Lindfors, T. (1924) Studies on Fusarium diseases III. Recent experiments in control of the snow mould by disinfection. 〔R. A. M. 3, 727～728〕

72 ——— (1925) Steeping periods in connection with the use of uspulun. Landtmannen viii, 179～181. 〔R. A. M. 4, 345～346〕

73 Macdonald, J. M. (1934) The Life-history and cultural characteristics of *Typhula gyrans*

(Batsch) Fries. Ann. Appl. Biol., 21, 590～613.

74 Malan, C. E. (1949, a.) Disaggregating action of *F. nivale* on the leaves of rye in nature. Nuovo. Gior. Bot. 56 (½) 244～246. 〔Biol, Abst. 25, 1683〕

75 ―――― (1949, b.) The breakdown action of *Fusarium nivale* in the leaves of rye plants in the field. Nuovo. Gior. Bot. ital. N. S. 56, 244～246 〔R. A. M. 30, 33～34〕

76 Mand (1934) Roggen-'Auswinterung' infolge Stockkrankheit. Deutsche Landw. Presse. 61, 460. 〔R. A. M. Vol. 14, 93〕

77 松本　巍 (1928) 所謂麦の凍害に随伴する菌核病に就いて 病虫害雑誌 15, 599～604.

78 松尾孝嶺 (1944) 農作物の雪害防除に関する試験成績 農商省農政局

79 Mudra, A. (1932) Zur Physiologie der Kälteresistenz des Winterweizens. Planta 18, 435～578.

80 Müller, K. A. (1930) Über das Auftreten des *Typhula*-fäule an Wintergerste und Roggen. Dtsch. Landw. Presse. 57, 234.

81 村田寿太郎 (1926) 麦類の雪腐菌核病に就いて 長野県立農試時報, 9, 159～165.

82 ―――― (1927) 麦類の雪腐菌核病に就いて 大日本農会報 554, 40～45.

83 中川九一・関根文雄 (1948) 麦雪腐病防除試験の経過に就いて 東北病害虫講演討論会講演要旨

84 ―――― (1949) 麦雪腐病 農薬 3, 19～40.

85 ―――― (1951) 麦雪腐病の発病と燐酸欠乏の関係 北日本病害虫研究会年報, 2, 23～24.

86 ――――・関根文雄 (1951) 麦類雪腐病の防除 北日本病害虫研究会年報, 2, 24～25.

87 ―――― (1952) 麦類雪腐病の薬剤防除機構に就て 北日本病害虫研究会年報, 3, 54～55.

88 ―――― (1953) 麦雪腐病の罹病程度表示について 北日本病害虫研究会年報, 4, 64.

89 Newton, R. and W. R. Brown (1926) Seasonal changes in the composition of winter wheat plants in relation to frost resistance. Journ. Agr. Sci. 16, 522～538.

90 Noble, M. (1937) The morphology and cytology of *Typhula Trifolii* Rostr. Ann. Bot. n. s. 1, 67～98.

91 小野小三郎・島田尙光 (1952) 麦類雪腐病の被害並びにその調査方法 日・植・病・報, XVI, 146.

92 Pichler, F. (1933) Der Schneeschimmel, Ursachen und Abwehr seines Auftretens. Fortschr. der Landw. 8, 149～153.

93 Plaut, M. (1928) Kritisches und statistisches zu Beizmethoden, Beizmitteln und Auswinterung. Pflanzenbau, iv, 22, 337～345.

94 Pukhalski, A. V. (1937) Injury of winter wheat and rye caused by the fungus. *Sclerotia*. Bull. Appl. Bot. Select. Ser. A. 21, 53～61. 〔R. A. M. 16, 526〕

95 Remsberg, R. E. (1940. a) The snow moulds of grains and grasses caused by *Typhula Itoana* and *Typhula idahoensis*. Phytopath. 30, 178～180.

96 ―――― (1940. b) Studies on the genus *Typhula*. Mycologia XXXII, 1, 52～96.

97 ―――― and C. W. Hungersford (1933) Certain sclerotium diseases of grains and grasses. Phytopath. xxiii, 863.

98 Richards, F. J., and W. G. Templeman (1936) Physiological studies in plant Nutrition IV nitrogen Metabolism in relation to nutrient deficiency and age in leaves of barley Ann. Bot. 50. 367.

99 Richards F. J. (1938) Physiological studies in plant nutrition. VIII. The respiration rate to the carbohydrate and nitrogen metabolism of the barley leaf as determined by phosphorus and potassium supply. Ann. Bot. N. S. 2, 491～534.

100 Riehm, E. (1925) Der Schneeschimmel Flugbl. 80 d. Biol. Reichsanst. f Landw. u. Forstwirtsch.

Berlin-Dahlem, 1925.

101 Rosen, H. R. and L. Shaw (1929) Studies on *Sclerotium Rolfsii* with special seference to the metabolic interchange between soil inhibitants. Journ. Agr. Res. 39, 4～61.

102 斎藤邦八 (1939) 小麦の播種期及び幼植物時代の肥料要素欠乏と耐雪性との関係 農及園. 14, 1527～1533.

103 斎藤正則 (1944) 北海道における土壌凍結 北海道気象要報 1, 155～163.

104 Schaffnit, E. (1912) Der Schneeschimmel u. die übrigen durch *Fusarium nivale* Ces. hervorgerufenen Krankheits-erscheinungen des Getreides. Landw. Jahrb. 43, 521～648.

105 ―――― (1919) Über die geographische Verbreitung von *Calonectria graminicola* (Berk u Brme) Wr. (*Fusarium nivale* Ces.) und die Bedeutung der Beize des Roggens zur Bekämpfung des Pilzes. Landw. Jahrb. 54, 523～538, 1919.

106 ―――― und A. Volk (1926) Über die Roggenfusariose und ihre Bekämpfung durch die "Trockenbeiz" Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., 36, 42～52.

107 ―――― (1930) Ertragseinbussen im Getreidebau durch Fusskrankheiten Mitt. Deutsch. Landw. Gesellsch. XIV. 12. 5 〔R. A. M. 9, 586～587〕

108 ―――― und K. Meyer-Hermann (1930) Über den Einfluss der Bodenreaktion auf die Lebensweise von Pilzparasiten und das Verhalten ihrer Wirtspflanzen. Phytopath. Zeitschr. 2, 99～166.

109 Solkina Mme A. F. (1939) A study of the cycle of development of the fungus *Sclerotinia graminearum* Elen. Pl. Prot. Leningr. 18, 100～108 〔R. A. M. 18, 582〕

110 Sprague, R. and C. J. Rainey (1950) Studies on the life history of *Typhula* spp. on winter wheat in Washington. Abs. in Phytopath. 40, 969 〔R. A. M. 30, 265〕

111 Starz, E (1929) Beizversuche zu Winterroggen im Böhmerwalde. Nachricht. über Schädlingssbekämpf. 4, 88～90. 〔R. A. M. 9, 174〕

112 Sunneson, C. A. and G. L. Peltier (1938) Effect of weather variants on field hardening of winter wheat. Amer. Soc. Agron. Jour. 30, 769～778.

113 鈴木直治 (1950) 植物病理の組織化学―Host-parasite interaction 究明への動向 生物科学 2, 117～128.

114 ―――― (1951) 植物における疾病抵抗性研究の動向 生物科学 3, 71～78.

115 ―――― (1952) 稲熱病斑の組織化学的研究 農林省農業技術研究所, 病理昆虫部, 病理科, 研究中間報告 5, 267～291.

116 田中一郎 (1940) 秋播作物冬枯防除薬剤の効果増進方法 北農, 7, 341.

117 ―――― (1941) 薬剤撒布による秋播作物の冬損防止 北農, 8, 362～366.

118 ・福地宏平 (1946) 北海道に於て麦類大粒菌核病を惹起する *Sclerotinia graminearum* に就いて 農及園, 21, 141～142.

119 田杉平司 (1929) 麦類雪腐病の病原菌に就いて 農事試験場彙報 1, 45～56.

120 ―――― (1930) 麦類雪腐病菌 *Typhula graminum* Karst の寄生性に就て 農事試験場彙報 1, 183～198.

121 ―――― (1934) 麦類菌核病に就て 日・植・病・学会報 4, 78～80.

122 ―――― (1935) 麦類雪腐病菌の生理的性質に就いて 農林省農試彙報 2, 43～58.

123 滝島英策 (1940) 小麦の耐雪性に関する研究 (第1報) 積雪下及び高温暗所における生態的変化 農及園, 15, 863～870.

124 丁 圭一 (1936) 大麦の形態並びに生理と雪腐病抵抗性の関係 農及園, 11.

125 Togashi, K. (1949) Biological characters of plant pathogens, temperatur erelations. Meibundo Tokyo.

126 徳田善盛 (1936) 小麦品種における播種期と耐雪性との関係 農及園, 11, 123～132.

127 富山宏平 (1948) 北海道における麦類雪腐病病原菌の分布に関する研究（Ｉ） 寒地農学 2, 253～267.

128 ———・星野 武・田中純一・福居文男・旭川清一 (1949) 麦類雪腐病の防除法に就いて 北海道経済部, 農事指導資料

129 ———・星野 武 (1950, a.) 麦類雪腐病の薬剤による防除法 北農, 17, 4～19.

130 ———・——— (1950, b.) 麦類雪腐大粒菌核病の防除法 北農, 17, 203～208.

131 ——— (1950, c.) 麦類雪腐病菌特に *Typhula* に対する抵抗性 農及園, 25, 599～600.

132 ——— (1950, d.) 小麦の栽培法と雪腐菌核病の関係 農及園, 25, 903～906.

133 ——— (1951, a.) 麦類雪腐病病原菌の種類とその発生を支配する条件 農及園, 26, 39～42.

134 ——— (1951, b.) 2種の雪腐小粒菌核病菌の病原性 農及園, 26, 1105～1106.

135 栃内吉彦 (1948) 農学講座

136 ——— (1951) 植物の機能的抗菌性 植物病害研究 第4集, 逸見武雄先生還暦記念論文集, 1～7

137 TUMANOV, I. I. (1931) Das Abhärten Winterannueller Pflanzen gegen niedrige Temperaturen Phytopath. Ztschr. 7, 303～334.

138 ———, I. N. BORODINA and T. V. OLEINIKOVA (1935) The role of the snow cover in the wintering of crops. Bull. Appl. Bot. Gen. Plant Breed. Ser. 3. 6, 3～57. [cited in 72]

139 TUPENEVITCH, S. M. and V. N. SHIRKO, (1936) Investigation of the conditions conductive to winter killing of winter-sown cereals. Pl. Prot. Leningr., 1935, 143～144. [R. A. M. 15, 789～790]

140 ———, ——— (1939) Measures for preventing losses of winter cereals in the spring from *Sclerotinia graminearum* ELEN. Pl. Prot. Leningr., 1939, 18, 85～99. [R. A. M. 18, 581～582.]

141 VOLK, A. (1937) Untersuchungen über *Typhula graminum* KARST. Ztschr. f. Pflanzenkr. 47, 338～365.

142 WILHELM, A. F. (1935) Untersuchungen über das Verhalten sogenannter nicht eisbeständiger Kultur Pflanzen bei niedrigeren Temperaturen unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses verschiedener Mineralsalzernährung u. des N-stoffwechsels. Phytopath. Ztschr. 8. 337～362.

143 WÜRTENBERGER, R. (1927) Das Auftreten von *Typhula graminum* in Wintergetreide beständen. Illust. Landw. Zeit. 47, 348.

144 YAKOVLEV, A. G. (1939) A study of the biology of *Sclerotinia graminearum* ELEN. on winter cereals. Plant. Protection Leningr. 18, 109～112. [R. A. M. 18, 583.]

145 八鍬利助 (1936) 北海道の積雪に関する調査概要 北海道気象月報 486, 27～31.

146 ———・下川二郎・渡辺礼五 (1938) 冬期における裸地及び積雪下地温 北海道気象月報 516, 152.

147 ———・黒田早苗 (1940) 北海道における降水量の調査 北海道気象要報 I, 41～51.

148 山田 忍 (1951) 火山性地土性調査法と北海道における火山性土壌, 北海道農業試験場報告 44, 93.

149 山本健吾・大泉久一 (1951) 大麦の寒凍害に関する研究 第1報 大麦の生育時期に於る炭水化物の変化 東北大学農学研究所彙報 2, 371～384.

150 安田貞雄 (1929) 盛岡地方の雪の下に埋る大麦の生理 日・作・紀, I, 41.

151 吉井 甫・河村栄吉 (1947) 解剖植物病理学 朝倉書店

152 ZIMMERMAN, H. (1922) Typhulapilzbefall der Wintergerste 1921. Nachrichtenbl. deutsch. Pflanzenschutzdienst, ii, 6, 41～42. [R. A. M. 2, 58]

Résumé

Studies on the Snow Blight Disease of Winter Cereals

Kohei TOMIYAMA

1 Distribution of fungi causing snow blight diseases of winter cereals in Hokkaido.

As the most injurious organisms causing snow blight to winter cereals in Hokkaido, *Typhula incarnata* LASCH ex FR., *Typhula ishikariensis* S. IMAI, *Sclerotinia graminearum* ELEN. and *Fusarium nivale* (FR.) CES. have been noticed. *T. incarnata* and *T. ishikariensis* distribute in the region covered with abundant snow during winter, while *S. graminearum* spreads over the region covered with comparatively little snow.

In the regions with heavy snow, the wheat plants are attacked by both *Typhula* species and *S. graminearum* in high ridge culture, while in level culture they are attacked by *Typhula* but are almost free from the attack by *Sclerotinia graminearum.*

The condition determining the distribution of these fungi in Hokkaido, and the occurrence of *S. graminearum* on the ridge-cultured wheat plants is supposed to be the soil temperature under snow cover which fluctuates according to differences in the amount of snow. When the period of soil freezing happens to be prolonged, *S. graminearum* may prevail under the snow, while *Typhula* species may be unable to attack the wheat under that occasion.

This presumption was proved to be the case by experiments in which the snow cover in the field was artificially regulated. This presumption favours the fact that in spring following a winter season of abnormally abundant snow, no *S. graminearum* was found in the field even in regions where *S. graminearum* was prevalent.

It was presumed that the environmental factors such as atmospheric temperature in autumn and winter, rain-fall, sunshine, soil moisture and soil temperature in autumn, and various characters of the soil, did not directly influence the distribution of either of the fungi.

In order to ascertain how the soil temperature and soil freezing under the snow cover influence the distribution of these fungi, the following described experiments were carried out. On potato glucose agar medium the optimum pH range for the growth of *Typhula incarnata* and *T. ishikariensis* is 5 to 8, while for *Sclerotinia graminearum* it is 3 to 6.

The optimum temperature for the germination of sporidia of *Typhula incarnata*

is 9 to 20°C, while for ascospore of *S. graminearum* 6 to 20°C. The spores of *T. incarnata* and *S. graminearum* are able to germinate at 0°C. The optimum temperature for the hyphal growth of *T. incarnata* and *S. graminearum* is 7 to 15°C. In both fungi slow growth was found at −7°C (super-cooled condition), the lowest among those at which the cultural experiments were performed. At temperatures of a few degrees below zero C., the agar culture media are super-cooled; this super-cooled condition will be broken by touching a piece of ice to the agar surface. Taking advantage of such facts, the influence of frozen cultural media on the growth habits of *T. incarnata* and *S. graminearum* was investigated. The mycelia of *S. graminearum* were able to develop more quickly on frozen agar media than on unfrozen ones at the same temperature, while the growth of *T. incarnata* was arrested by freezing of media.

Since freezing will induce the dehydration of agar media, the influence of freezing upon the fungus seems to be similar to that of the concentrated agar media. In fact, *S. graminearum* grew more profusely at the higher concentration of culture media, while the mycelial development of *T. incarnata* was favored by the media of lower concentration.

As will be described in the following chapter, *T. incarnata* mostly attacks the wheat plants by the sclerotium contained in the soil. This infection process was arrested by freezing of soil. On the contrary, *S. graminearum* cannot attack the wheat leaves by means of soil inoculation, irrespective of the condition of soil, whether frozen or not.

The disease lesions of wheat leaves caused by *T. incarnata*, spread most rapidly at 5°C, and entirely cease to develop at 5°C, while the lesions caused by *S. graminearum* spread most rapidly at −2°C. At higher temperatures than that, even at 0.5°C, the development of *S. graminearum* in the host tissues was greatly arrested. When the wheat leaves were placed at about 5°C for three days after being inoculated with *S. graminearum* and transferred to the chamber of about −2°C, the disease lesions were found not to develop any further.

It will be expected from the above-described behaviors of *S. graminearum* and *Typhula* that the latter may not attack the wheat leaves under frozen condition, while in the case of *S. graminearum*, its attack against the wheat leaves may be increased by frozen condition of the soil under the snow. It seems that these characters of both fungi may be connected with the degree of their sensitivity to the surrounding humidity. This presumption has been proved by two experiments. In one experiment wheat plants grown in Memanbetsu, where *S. graminearum* prevails, were transferred in late autumn to Sapporo, the *Typhula* infested district. A half of these plants were kept under frozen condition, and the other half under unfrozen condition. The plants under frozen condition were heavily damaged by *S. graminearum*, but those under unfrozen condition were free from infection by it. In the other experiment the infection of wheat plants by *T. incarnata* was arrested by freezing of soil.

To test the antagonism between *S. graminearum* and *T. incarnata*, both fungi were

inoculated a given distance apart on potato agar plates. The growth of the two fungi was checked and finally their colonies made contact with each other without any contamination. The antagonism between the two fungi may play an important role in determining their distribution.

2 Process of transmission of pathogens.

1) ***Typhula incarnata.***

In Sapporo, sclerotium of *T. incarnata* germinates in about the middle of October, while that of *T. ishikariensis* germinates in early November. By cross experiments of the single spore isolates from fruit bodies of *T. incarnata*, it was proved that *T. incarnata* is heterothalic. Each haplont cannot produce normal sclerotia and normal fruit bodies. Almost all of the *T. incarnata* isolated from each small disease lesion were diploid, so it may be doubtful that a single spore transported by the wind causes the disease of wheat by itself. In fact, following experiments showed that infection by means of spore is of minor importance in transmission of *T. incarnata*. In many cases, inoculation by spore suspension of *T. incarnata* were unsuccessful. When the leaves of wheat in the field are kept free from soil surface by covering wheat plant with a box during the period of snow cover, the outbreak of disease was greatly slowed down. In one experiment the wheat plants were sown in the sterilized soil filled in the frame in the field, which had been covered with wire-netting to prevent the contamination by sclerotium transported by the wind. These wheat plants did not suffer infection by *T. incarnata* nor by *T. ishikariensis*. Such experience seems to show that the most important sources of infection will be found in the soil. The wheat leaves became severely infected with *T. incarnata* by contact with the soil surface inoculated with the sclerotium of *T. incarnata*. The spore suspension of *T. incarnata* was added to sterilized or unsterilized soil containing such sclerotium; soil had different pH values, viz., 5.7, 6.5 and 7.0. The wheat leaves which touched this soil surface were not infected by *T. incarnata*. Only when the leaves touched the soil surface where minced and weakened leaflets of wheat were scattered and inoculated with the spore suspension of *T. incarnata*, they suffered heavy infection by *T. incarnata*. When the leaves touched the soil surface where minced leaflets killed by heat or wheat straw were scattered and then inoculated, they were not infected.

Additional to the above-mentioned experiments which have been performed in the laboratory, field experiments have been carried out to ascertain whether the same results would be obtained or not under natural field conditions. Frames in the field were filled with sterilized soil, which was in contact with the natural soil at the bottom. Accordingly the soil in the frame might be akin to the natural soil, but free from sclerotium of *T. incarnata*. These frames were covered with wire netting. When it snowed, the wire-netting was taken off with the result that the wheat leaves were forced by snow to

touch the soil surface in the frame. In this experiment the leaves were infected with *T. incarnata* only when the living minced leaflets of wheat had been scattered on the soil surface; when the leaflets killed by heat were scattered, no infection occurred.

These results show that the spores which fell on the soil surface may not be the source of infection in the case of *T. incarnata*, provided that some living material easily susceptible to this fungus is not scattered on the soil surface. On this account the most important sources of infection of this disease seem to be the sclerotia contained in the soil.

To know the modes of entry of *T. incarnata* into the host, the next described experiments were carried out. The number of lesions of *Typhula* blight were found to be greater in comparatively older leaves, especially at the tip of a leaf under natural field condition. The same incidence was observed in an experiment in which all the leaves were touched to the soil inoculated with *T. incarnata*, giving each of them a chance of being attacked by *T. incarnata*.

When xylol was dropped on the leaves of wheat kept in the dark in a low temperature room under the snow, some dark colored spots appeared on the old leaves, especially at the tip of a leaf. The distribution of xylol spots on wheat leaves is the very image of that of the lesions of *Typhula* blight. These observations seem to show that *Typhula* enters the wheat leaves through wounds under natural conditon. When inoculated with a small piece of agar media on which *T. incarnata* or *T. ishikariensis* is growing the old leaves are infected with *T. incarnata* and the young ones are not, while in the case of *T. ishikariensis* the younger leaves are rather easily infected. So the wheat leaves touched to those rotted by *Typhula* will suffer infection by *Typhula*.

2) ***Sclerotinia graminearum***

Sclerotia of *S. graminearum* produce apothecia at about the middle of October in Sapporo and Memanbetsu. The apothecia grow slowly, and increase in diameter even after the discs have become flat. It seems that the growing period of fruit bodies is longer than fifteen days. To know whether *S. graminearum* contained in the soil plays a role as a source of infection, the following experiments were carried out. Wheat leaves were touched to the sterilized or unsterilized soil surface, in which sclerotium or mycelium growing culture agar media of *S. graminearum* were inoculated, but they were not infected by *S. graminearum*. The same results were obtained even when the pH of the soil used in the inoculation experiments was adjusted within certain ranges.

In another experiment, wheat plants cultivated in *Typhula* infested region, "Sapporo," were brought to *S. graminearum* infested region, "Memanbetsu," and their leaves were touched to the soil there, on which the spores had fallen heavily from the fruit bodies of *S. graminearum* produced in the neighbouring frames. These leaves were not infected with *S. graminearum*, but the same leaves touched to the infected leaves of the wheat cultivated in Memanbetsu during the whole period, were heavily infected with

S. graminearum. These results show that *S. graminearum* contained in soil cannot infect wheat plants. In all of the inoculation experiments spraying the spore suspension failed to induce disease. That failure might have been due to the difficulty of keeping the low temperature required for the inoculation of *S. graminearum* for a long time. The pieces of *S. graminearum*-growing agar media placed on the wounds of wheat leaves caused disease. Accordingly, it may be summarized, the methods which gave successful inoculation up to the present time were through wounds or by touching leaves to the diseased leaves.

3 Resistance of wheat plants to *Typhula incarnata* Lasch ex Fr.

It has been generally recognized that when kept under the snow wheat plants suffer attack by snow blight pathogens, possibly because they become weak as a result of the exhaustion of sugars. To ascertain whether this presumption might be true, the following experiments were designed. Sugar concentration of sap extracted from wheat leaves under snow was determined by Bertrand's method at regular intervals during the season. At the same time the length of disease lesions of leaves infected with *Typhula* were measured. Correlation was not always observed between sugar content and the degree of infection with *Typhula* blight, that is, considerably heavy occurrence of *Typhula* blight was observed in older leaves in early days of the season, despite the fact that a fairly large amount of carbohydrates were remaining unconsumed in the leaves. Following that, the relation between the resistance to *Typhala incarnata* and change in the fraction of nitrogen compounds in wheat leaves under the snow was investigated. For this purpose a storage room covered with snow was used to keep the wheat plants under conditions of darkness and low temperature (0.3∼0.5°C). This storage room showed nearly a hundred percent relative humidity. Potted wheat plants were stored in this room and samplings for chemical analysis were made in the same place. In order to clarify the changes in the resistance of the leaves to *Typhula incarnata* that were used for chemical analysis, the leaves were cut at right angles at the middle part, and a piece of agar medium containing *T. incarnata* was stuck to the cut surface of the leaves for the purpose of inoculation. At regular intervals the length of disease lesion caused by the fungus was measured.

Under conditions of darkness and low temperature (0.3∼0.5°C), a remarkable proteolysis took place in the older leaves, accompanied by weakened resistance to *T. incarnata*, while in the youngest leaves neither remarkable proteolysis nor lowering of resistance took place even in the end days of the season. With the lapse of time, proteolysis and, at the same time, an increase in amide-N in each of the younger adjoining leaves took place in succession, while ammonia-N did not increase in younger leaves under the snow even in much later days. The amount of ammonia-N contained in comparatively older

leaves was, however, higher than in younger leaves at each time of sampling. From these results, it was presumed that remarkable proteolysis takes place in old leaves, and that the products thereof are transported to young parts where they may be used for the formation of new leaves; the excess of those products may accumulate in the form of amide-N in the presence of a great amount of sugar. Accompanying these physiological changes in wheat plants under the snow, the resistance to *T. incarnata* seems to be weakened first in older leaves where the most remarkable proteolysis takes place. As time goes on the remarkable proteolysis extends to adjacent younger leaves under the snow, followed by weakening of their resistance to *T. incarnata*. Accordingly, the earlier the protein content in the comparatively younger leaves decreases, the earlier the disease extends to the young part of a plant. This rapid development of proteolysis from the old part to the young part may be found for example, in wheat plants cultured with small amount of fertilizer, or in those which did not accumulate any large amount of sugar in autumn.

This process of physiological degeneration, especially decomposition of protein in old leaves may be inhibited if there is a great amount of sugar contained in the leaves. But in the case of wheat plants scantily supplied with fertilizer, proteolysis may take place in younger leaves early in the season, in spite of the presence of a fairly large amount of sugar, and at the same time those leaves become less resistant to *T. incarnata*.

When the physiological degeneration and decrease in resistance take place in the leaves inoculated with *T. incarnata*, the development of disease lesions becomes accelerated under conditions of darkness and low temperature; the curve in the graph representing the increase in the length of the disease lensions rises with the lapse of the time. While in the case of the healthy younger leaves in which remarkable proteolysis has not yet occurred, the line representing the increase in the length of disease lesion is straight. Even in these healthy young leaves, sugar may be constantly consumed under conditions of darkness and low temperature resulting in reduction in the winter hardiness. So the straight line of the graph representing the development of the disease lesions in the healthy young leaves under conditions of darkness and low temperature, indicates that winter hardiness does not neccessarily have connection with the resistance of the wheat plants to *T. incarnata*. The resistance does not become weak, until the decompostion of the protein exceeds a certain limit. Even in comparatively younger leaves in which remarkable proteolysis and degeneration of resistance have not yet taken place, various degrees of resistance are found, according to the conditions under which the wheat plants have been grown. In the case of wheat plant grown outdoors in autumn, the young leaves which are resistant to *T. incarnata*, show brown disease lesions; and in the case of wheat plant grown indoors, the disease lesions of the young leaves which are very susceptible to *T. incarnata*, do not show any remarkable discoloration, as is also the case in the old leaves which have undergone proteolysis.

To clarify the interrelation between some physiological factors affecting the resistance, the following experiments were carried out. Wheat plants grown in pots and kept outdoors were brought into dark and low temperature storage, and kept there for a certain number of days.

Then the weak-looking young leaves developed newly, and the old leaves which had developed outdoors before the plants were brought indoors showed signs of yellowing. These leaves were detached and cut surfaces were inoculated with a piece of agar media containing *T. incarnata* or those treated by temperature of 46°C to kill the fungus contained. When inoculated with living *T. incarnata*, the young leaves showed weak resistance to *T. incarnata*, yielding no remarkable discoloration, while the old leaves showing signs of yellowing were resistant to *T. incarnata*, yielding remarkably browned lesions at the inoculated parts. On the contrary, when inoculated with the killed inoculum, remarkable browning took place on the cut surface of young leaves, and little browning in the case of old leaves. The resistance of these leaves to the puncture of steel needle was measured by JOLLY spring balance improved by S. ITO & M. SAKAMOTO. The results obtained would seem to indicate that the epidermis of the older leaves was more resistant to mechanical penetration than that of the fresh leaves.

It is presumed from these facts that the older leaves are more resistant to the spread of *T. incarnata* than younger ones in spite of their lowered defence reaction, because the older leaves have a greater mechanical resistance to the penetration of *T. incarnata* than younger ones have. The above observations would seem to indicate that a combination of the physiological defence reaction and the mechanical resistance affects the disease in resistance general. The reaction of leaves to the infection of *T. incarnata* differs according to the state of the inocula used. When inoculated with fresh culture of *T. incarnata*, the senescent older leaves showed weak resistance and a little discoloration, while they were very resistant when inoculated with stale culture of *T. incarnata*, and showed remarkable browning. These highly pathogenic fresh cultures of *T. incarnata*, however, could not easily develop in the tissues of healthy green leaves to produce remarkable discoloration. Accordingly it is evident that the resistance of the wheat plant to *T. incarnata* depends on the pathogenicity of *T. incarnata* to the wheat plant, and contrariwise, on the susceptibility of the plant to the fungus.

Hitherto the influence of physiological weakening upon the resistance to pathogens in wheat plant has been recognized as the most important factor in winter survival of wheat plant under the snow. However, it should be accepted that the strength of the resistance of the young leaves which have not undergone any remarkable proteolysis yet, is a factor of the same importance as the physiological weakening. This is true as shown by the fact that the wheat plant can recover in spring after the melting of snow, so long as the young parts have not been infected with pathogens. When the defence reaction falls below a certain limit, the older leaves first begin to lose their resistance

to *T. incarnata* already living in their tissue. This decrease of resistance in older leaves may be due partly to the changes in chemical components in cell sap, in addition to the reduction of defence reaction. This is proven by the fact that *T. incarnata* can grow more luxuriantly in cell sap extracted from older leaves than in that from young ones. Furthermore the fact that *T. incarnata* can develop more easily on the surface of older leaves than younger ones, seems to show that a greater amount of nutrients may be exuded from the leaf surface of the older leaves than from that of younger ones. These phenomena may give the pathogens the favorable conditions for attack.

4 Field conditions and cultivation methods influencing the severity of snow blight.

1) Meteorological conditions.

Studies were made on the relation between meteorological conditions and the severity of snow blight disease during the years from 1926 to 1950 in Hokkaido. For several years starting 1943, the winter wheats suffered severe damage by the snow blight disease. This is considered to be due to the deficiency of phosphate fertilizer during the World War II, because the wheat plants fully manured in the field of the experiment station, did not suffer severe damage during this period. Further consideration will be given later to the important role of phosphorus in the appearance of snow blight. Excepting these particular cases influenced by the war, it is in four or five years in Hokkaido, that the severe outbreaks of snow blight are found during the period of 25 years. In Sapporo (*Typhula* infected region), severe snow blight seems to appear in spring when there was heavy rain in September of the preceding year. In Kitami (*S. graminearum* region), it seems that the snow blight disease occurs severely in spring when lower atmospheric temperatures than normal were found in December of the preceding year. So far as the meteorological conditions are concerned, Obihiro (*S. graminearum* infected region) could be said to have the natures of both Sapporo and Kitami, for the heavy rain-falls in September and the cold weather in January seem to induce severe attacks of snow blight disease in the following spring. The length of time during which snow covers the ground does not necessarily affect the severity of snow blight, unless it is unusually short.

It was found that the wheat plants suffered only a little from the snow blight disease, when the ground has been under the snow for as many as 173 days.

2) Fertilizer.

It is surmised that the methods of cultivation may affect the severity of the snow blight disease quite regardless of meteorological conditions. To ascertain the influence of fertilizers on the *Typhula* snow blight disease, some experiments were carried out in the field of the Hokkaido Agr. Exp. Sta., Kotoni, Sapporo. When the wheat plants were

supplied with a small amount of fertilizer, the snow blight injury was found to be milder than when they were supplied with a normal amount of fertilizer. It was found, however, that the injury of *Typhula* snow blight was not increase by such a heavy application of fertilizer as to produce abnormal growth of plants. These results are not in agreement with the reports by EKSTRAND (1949) and NAKAGAWA (1951) saying that the deficiency of phosphorus has something to do with the injury of *Typhula* snow blight. These contradictions may be due to the soil conditions of the field at the Hokkaido Agr. Exp. Sta. Kotoni, Sapporo.

To learn the influence of fertilizer on the snow blight disease of wheat plants caused by *S. graminearum*, some field experiments were carried out in Memanbetsu (*S. graminearum* infected region). As a result, it was concluded that the deficiency of fertilizer, especially phosphorus, remarkably increases the injury to winter wheat plants caused by *S. graminearum*, while the influence of nitrogen and potassium on the severity of *Sclerotinia* snow blight was hardly observed. It was obviously recognized that the excessive supply of all or one of those three elements of nutrition did not affect the occurrence of the *Sclerotinia* snow blight disease.

3) Sowing date.

In early-sown wheat plants, the leaves suffered severe injury from *Typhula*, and a few wheat plants decayed completely. On the other hand when the sowing was later, the leaves of wheat plants rarely suffered the infection of *Typhula*, but once the leaves suffered the infection, the whole plant was likely to decay completely. These phenomena are possibly due to the fact that in early sowings the number of older leaves increases, while in late sowings the tissues of leaves are weak. The influence of sowing dates on the severity of the snow blight disease caused by *S. graminearum* was ascertained by field experiments in the seasons 1948～'49 and 1949～'50 in Memanbetsu (*S. graminearum* region). The results obtained in the two years were opposite to each other. In the experiment of the first season, the wheat plants sown early suffered more injury by *S. graminearum* than those sown late. In this experiment, however, the wheat plants manured sufficiently were free from severe injury, even when sown early. Accordingly it seems that in this experiment the senescence of older leaves had greater influence on the *Sclerotinia* snow blight disease than other factors. On the contrary, in experiment in the season 1949～'50, greater damage was observed in the late-sown wheat than in the early-sown; this is the case commonly observed in the fields of Hokkaido.

4) Varieties of wheat plants.

The susceptibility of winter wheat varieties commonly cultivated in Hokkaido to snow blight is tabulated as follows:

Akasabishirazu No. 1., Resistant to *Typhula* and *S. graminearum*.

Norin No. 8., Resistant to *Typhula* and *S. graminearum*.

Dawson No. 1., Resistant to *Typhula* and moderately resistant to *S. graminearum*.

Akakawa-aka No. 1., Susceptible to *Typhula* and *S. graminearum.*

Norin No. 6., Very susceptible to *S. graminearum* and moderately resistant to *Typhula.*

5 Control of snow blight by chemicals.

It was recognized that dusting organic mercury compounds such as Ceresan, Ruberon, and Neomercuron was very effective to control the snow blight diseases caused by *Typhula, S. graminearum* and *Fusarium nivale.* It seems that dusting organic mercury compounds is more efficacious than spraying or dusting copper compounds such as Bordeaux mixtures, from the viewpoint of lasting effects and the efficiency of their protective effect.

It was also found that only one dusting of chemicals in late autumn is sufficient to control the snow blight.

第 1 圖 版 說 明

A　紅色雪腐病被害圃場，裸麦（琴似町農家所見）

B　同　上　近　接

C　黒色小粒菌核病被害株

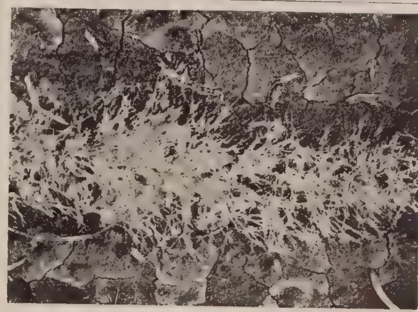
D　同　上　近　接

E　褐色小粒菌核病被害株

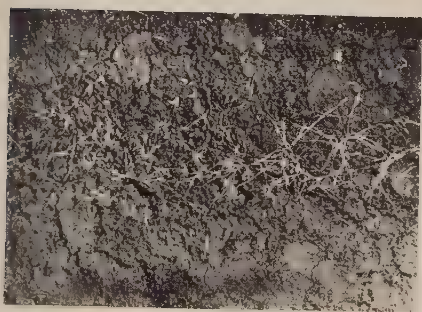
F　大粒菌核病被害株



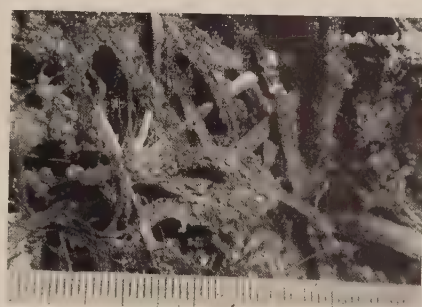
A



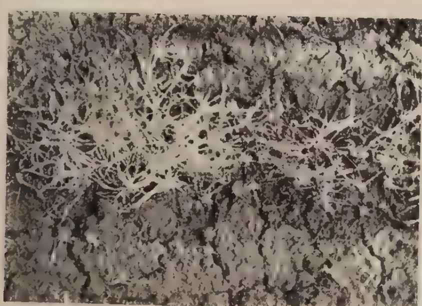
B



C



D



E



F

K. Tomiyama photo

第 2 圖 版 說 明

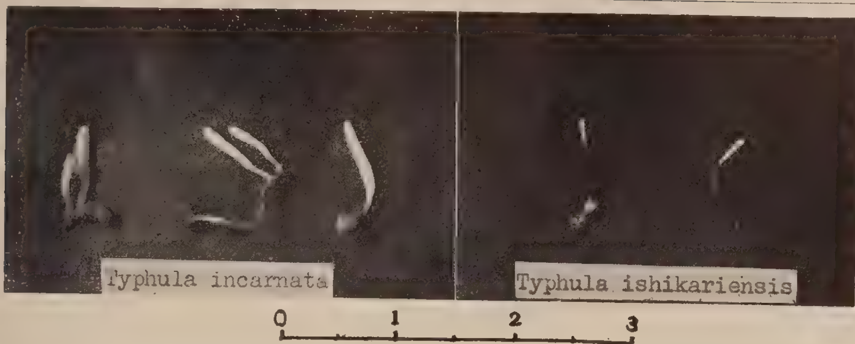
A *Typhula incarnata* LASCH ex. FR. および *T. ishikariensis* S. IMAI の子実体

B *T. incarnata* の子実体の拡大図 （以上竹森俊彦氏撮影）

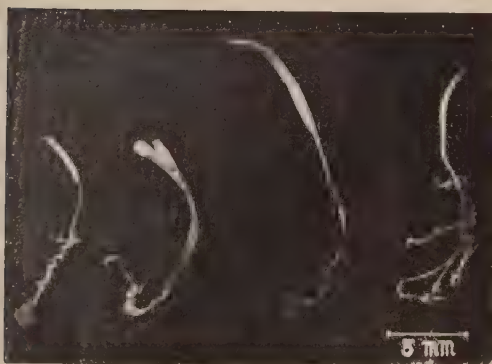
C *Sclerotinia graminearum* ELEN の子実体 （成田武四氏撮影）

D *T. incarnata* および *T. ishikariensis* の対峙培養 （赤井純氏撮影）

E *S. graminearum* (a), *T. incarnata* (b) および *T. ishikariensis* (c) の培養基上の発育状況



A



B



C



D



E

T. Takemori, T. Narita et J. Akai photo

昭和30年3月20日印刷
昭和30年3月25日発行

北海道農業試験場

印刷所　三田徳光
札幌市北3条西1丁目
印刷人　興国印刷株式会社
札幌市北3条西1丁目